



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Optimering av råvaruflöden för Setra

Optimizing Wood Supply for Setra

Pär Ranudd



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Optimering av råvaruflöden för Setra

Optimizing Wood Supply for Setra

Pär Ranudd

Nyckelord: Logistik, virkesflöde, timmer, transportoptimering, sågverk

*Examensarbete, 30 hp Avancerad D-nivå i ämnet företagsekonomi (EX0485)
Ekonomprogrammet med naturresursinriktning 06/10*

*Handledare SLU: Anders Roos
Examinator SLU: Lars Lönnstedt*

Abstract

Since 2003 Setra Wood Supply has chosen to divide their pine sawlogs into thin and thick lumber. At the same time, the three pine sawmills (Kastet, Nyby and Skinnskatteberg) were converted to better use either thick or thin logs. The aim of the divide was to get more streamlined production sites and thinner portfolios at each sawmill. The transportation costs are affected by how the lumber is divided and delivered. Logs within a diameter range, called “the window”, can be sawn at any of the three sawmills. To affect the flow and cost, various measures can be used.

This study covers sawlog volumes from Sveaskog Södranorrland, Korsnäs Skog and Mellanskog. The aim of the study is to get useful information about the optimal flow of lumber and how different needs and “window” size affects the cost structure and flow.

To investigate how this divide of logs and changes in window size affect cost and optimal flow this study was made. A data base for the optimization model was built by historical data of log volume and diameter size volumes. The optimization model was used as a testing device to run different scenarios and sensitivity analyses with different sawmill needs.

The result shows that transportation costs increases by 5,70 SEK/m³f, or 3,7 million SEK on yearly basis. If the “window” is opened by 2 cm the cost of transportation decreases with 0,8 percentage or 350 000 SEK per year.

The sensitivity analyzes shows that transportation costs can be reduced if more lumber is delivered to Kastet or Nyby. The reason for this is that the transportation distances decreases due to large volumes in Dalarna County and Uppland County are closer to Nyby and Kastet than to Skinnskatteberg.

Keywords: Sawmill, Logistics, logs

Sammanfattning

Setra Råvara har sedan 2003 valt att inrikta furusågverken Kastet, Nyby och Skinnskatteberg mot antingen klen eller grovt timmer. Uppdelningen syftar till att effektivisera sortiment och produktionsprocesser. Transportavstånden för råvaran påverkas av hur virke destinerar och sorteras upp. Vissa diameterklasser (här kallade "fönster klasser") kan sågas på alla furusågverk. För att bättre planera och påverka flöden av virke från skogen till industri kan olika åtgärder vidtas för att minska logistikkostnaderna.

Studien omfattar virkesvolymerna från företagen Sveaskog Nord, Korsnäs Skog samt från hela Mellanskogs geografiska område förutom Värmlands län, Norra dalarnas län samt Härjedalen. Syftet med studien är att ta fram värdefull information om hur optimala virkesflöden ser ut och hur kostnaderna påverkas av förändrade behov och storlek på "fönstret".

För att undersöka hur sortering av klen och grovt timmer, förändringar i fönstrets storlek, påverkar transportkostnader och virkesflöden gjordes denna studie. Med hjälp av historiska data om volymer och utfall per diameter klass togs ett underlag för en optimeringsmodell fram. Optimeringsmodellen användes för att göra olika simuleringar på fönsterklasserna, 19-24 cm, 19-25 cm respektive 19-26 cm samt utan fönster, med ett basbehov baserat på planerad produktion. Känslighetsanalyser utfördes för att simulera förändringar i råvarubehov vid sågverken. Dessa känslighetsanalyser gick ut på att förändra behoven med 5 000 m³f i taget för ett sågverk och samtidigt minska behoven vid de övriga med lika mycket så att det totala behovet hölls konstant. Förändringar i behov med ökningarna på upp till 50 000 m³f vid varje sågverk utfördes i känslighetsanalyserna.

Om man jämför transportkostnader för volymer från 2009 av leverantörerna i studien med resultatet i optimeringen finner man att potentialen för fullt ut optimerade transporter ligger på 17 procent eller ca 12,6 SEK/ m³f.

Resultatet visar att enbart transportkostnaderna för att dela upp timret ligger på runt 5,70 SEK per m³fub eller ca 3,7 miljoner SEK på årsbasis. Öppnas fönstret med 2 cm från standard "fönster" 19-24 cm till 19-26 cm så kan kostnaderna minskas med 0,8 procent eller ca 350 000 SEK på årsbasis. Ett helt *öppet fönster* ger kostnadsbesparingar på ca 5 miljoner SEK.

Känslighetsanalyserna visar också att transportkostnaderna kan minskas om leverantörerna styr om mer volymer mot Kastet och/eller Nyby istället för till Skinnskatteberg. Detta beror på att medeltransportavstånden minskas totalt sett då volymer i Uppland och Dalarna inte körs till Skinnskatteberg utan till de mer närliggande anläggningarna i Kastet eller Nyby.

Nyckelord: virkesflöde, timmer, transportoptimering, sågverk

Förord

Mitt intresse för sågverk och skogsindustri har sin grund i det skogsåkeri som min farfar grundat och som jag även själv är verksam i. Detta intresse var den grundläggande orsaken till att jag valde att påbörja mina studier i skogsindustriell ekonomi vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Med detta examensarbete slutför jag dessa studier.

Arbetet är genomfört i samarbete med Setra Råvara Bergslagen.

Jag vill tacka alla personer som varit hjälpsamma under arbetets gång. Ett speciellt tack vill jag rikta till min handledare på Setra Råvara, Karl-Pontus Larsson som varit otroligt uppmuntrande och stödjande. Även andra personer som ej nämnts men som bidragit till studien förtjänar ett tack.

Slutligen vill jag tacka Anders Roos, som varit min handledare på SLU, Institutionen för skogens produkter, för utomordentligt god handledning.

Uppsala, juni, 2010

Pär Ranudd

Innehållsförteckning

Abstract

Sammanfattning

Förord

Innehållsförteckning	4
Inledning.....	7
1.1 Transportkostnader i skogsbruket.....	7
1.2.1 Beslut om delad stocknota.....	8
1.2.2 Styrning av råvaruflöde i Mellansverige i nuläget	10
1.3 Syfte.....	11
1.4 Frågeställningar	12
1.5 Avgränsningar	12
2. Företagspresentation.....	14
2.1 Setra Råvara.....	15
2.2.1 Råvara.....	15
2.1.2 Inköpsorganisation.....	15
2.2 Sågverken Skinnskatteberg, Kastet och Nyby.....	15
3. Teori.....	17
3.1 SCM: Supply Chain Management.....	17
3.2 Logistik.....	18
3.2.1 Logistik i skogsbruket	18
3.2.2 Transporternas roll i en försörjningskedja.....	19
3.2.3 Informationens påverkan i försörjningskedjan	20
3.3 Logistikkostnader och lönsamhet inom skogsbruket.....	21
4. Informationssystem	23
4.1 IT-system	23
4.2 Setras Informationssystem.....	23
4.3 SDC Skogsnäringens Data Central och VIOL Virkesredovisning Online	24
5. Metod.....	26
5.1 Insamling av historiska data och skapandet av framtida prognoser	27
5.1.1 Ingående volymer i optimeringsmodellen	27
5.1.2 Representativa fördelningsmallar.	27
5.2 LP-optimering av skogstransporter	28
5.3 Linjärprogrammering.....	28
5.3.1 Transportkostnadsmatris.....	29
5.3.2 Flödesmatris.....	29

5.3.3 Beräkningar i modellen	29
5.3.4 Beräkning av transportkostnad för 2009	29
5.3.5 Analys av optimeringsresultat	29
5.4 Scenarios.....	30
5.5 Behov och volymer i modellen.....	30
5.6 Känslighetsanalys	31
6. Resultat	32
6.1 Kostnadsbild för transporter 2009	32
6.2 Resultat Baskörningar.....	33
6.2.1 Scenario Öppet fönster.	33
6.2.2 Scenario Standardfönster.	35
5.2.3 Scenario fönster +1cm.	37
6.2.4 Scenario fönster +2cm.	38
6.2.5 Jämförelser av kostnader med standardfönster mot 2009 års transporter.	40
6.2.6 Sammanfattning, resultat av optimeringar med basbehov.....	41
6.3 Känslighetsanalys	42
5.3.1 Ökade behov med standardfönster	42
6.3.1 Ökade behov med fönster +1cm.	43
6.3.2 Ökade behov med fönster +2cm.	44
6.3.3 Sammanfattning av känslighetsanalys.....	44
7. Diskussion	47
7.1 Optimeringsmodellen	47
7.1.1 Data.....	47
7.1.2 Användning	47
7.1.3 Modellkritik.....	47
7.1.4 Utvecklingsmöjligheter	48
7.2 Resultatet	48
7.2.1 Destinering av virke och transportkostnader	48
7.2.3 Förändrade behov	50
7.3 Andra liknande studier.....	51
7.4 Slutsatser och förslag.....	51
Referenser.....	53
Litteratur	53
Rapporter	53
Internet.....	53
Personlig kommunikation.....	54
Konferensmaterial	54

Bilagor	55
Bilaga 1. Tabell och uträkningar för känslighetsanalyser.	55
Bilaga 2. Marginalkostnads Tabell.....	57

Inledning

Setra är ett av Sveriges största träindustriföretag och en ledande aktör i Europa. Av dessa industrier återfinns tre sågverk med furu som råvara, hädanefter nämnt som tall, i Skinnskatteberg, Nyby och Kastet utanför Gävle. Dessa tre industrier har sin råvarubas i Mellansverige och transportkostnaderna står för en betydande del av den totala kostnaden. Transportkostnaderna för råvaran är svåra att sänka inom skogsbruket och Setra arbetar ständigt aktivt för att minska dessa. De tre furusågverken är specialiserade och har anpassat sin produktion för antingen klent eller grovt timmer. Denna uppdelning sker genom att timret redan ute i skogen delas upp i två högar med klent- och grovtimmer avsett för de olika sågverken. Genom att förändra förutsättningarna för uppdelningen, det vill säga delningsdiameter, kan volymerna i sortimenten *klent* och *grovt* förändras beroende på vilket sågverk som ligger närmast. Därmed kan transportkostnaderna minskas då den största volymen körs till det närmast belägna sågverket. Detta dimensionsspänn som timret kan delas upp inom kallas för ”fönster” och detta arbete innehåller förslag på hur timret ska delas upp för att få lägsta möjliga transportkostnader men ändå uppfylla råvarubehoven för respektive sågverk.

I Setras dataprogram *Kuben* samt från det SDC baserade VIOL systemet lagras information om varifrån timret kommer och hur det sorterats samt till vilken industri det transporterats. Dessa databaser har använts som grund för datainsamlingen om tidigare uppdelning, transport samt timmerfördelning för de aktuella kommunerna och församlingarna. I studien kombineras även framtida prognoser från leverantörerna och förslag på uppdelningar av talltimmer med hänsyn till transportkostnaderna.

De största leverantörerna av råvara är Sveaskog, Mellanskog, Korsnäs Skog och Holmen Skog. Denna studie omfattar timmervolymer levererade av Sveaskog Nord, Mellanskog och Korsnäs Skog till Setras tre tallsågverk i Mellansverige. Holmen Skog levererar inte direkt utan deras virke går till Setra genom centrala köp via Korsnäs, Mellanskog eller Sveaskog. Ofta säljer råvarubolagen timmer mot att samtidigt få köpa cellulosafällis från Setra vilket kallas för flisbyten (pers. med Larsson, 2010).

1.1 Transportkostnader i skogsbruket

Kostnaden för att frakta skogsråvara i Sverige var 2006 enligt Skogsindustrierna (2010) ca 7,3 miljarder SEK, varav transporter med lastbil stod för ca 6 miljarder SEK. Transporter med lastbil omfattade ca 89 miljoner ton och transporter med järnväg omfattade 16 miljoner ton. Enligt Skogsindustrierna (2008) står transporterna och lagerhantering mm. för ca 20 procent av värdet på trävarorna. Skogsindustrierna är en av landets mest transportintensiva branscher. För att den svenska industrin skall fortsätta vara konkurrenskraftig krävs det att utvecklingen av transportkostnaderna inte rusar iväg. (Berg, 2004.)

Ser man endast till transporter av råvara står den under 2007, beroende på sortiment och geografiskt läge, för mellan 10-30 procent av hela kostnaden för anskaffning av råvaran fritt industri (Skogsindustrierna, 2008).

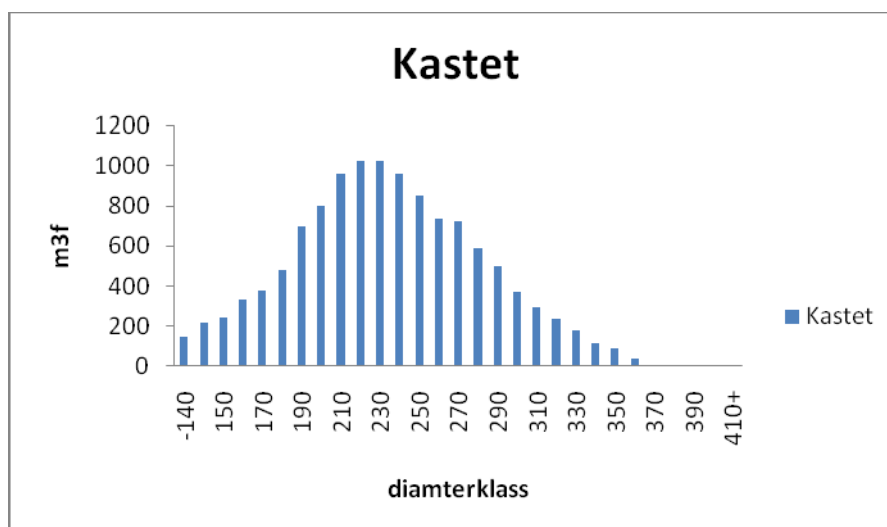
Inom skogsbruket sker dagligen arbete med att styra en mängd olika flöden av råvaror, insatsvaror och produkter. Logistikkostnaderna för dessa är oerhört höga och med rätt kunskap finns stora besparingspotentialer. Skogsindustrins försörjningskedja är komplex och relativt svår att hantera. Men genom att använda logiska angreppssätt kan man hantera och optimera flödet av råvara och minska transport, hanterings- och lagerkostnader. (Dalin & Fjell 2003)

Den svenska och nordiska skogsindustrin är extra beroende av en effektiv och resurssnål logistik då råvaran hämtas långt från industrierna - till skillnad mot exempelvis plantageskogsbruk i Sydamerika som bedrivs i närheten av industrierna. (Niskanen, 2007)

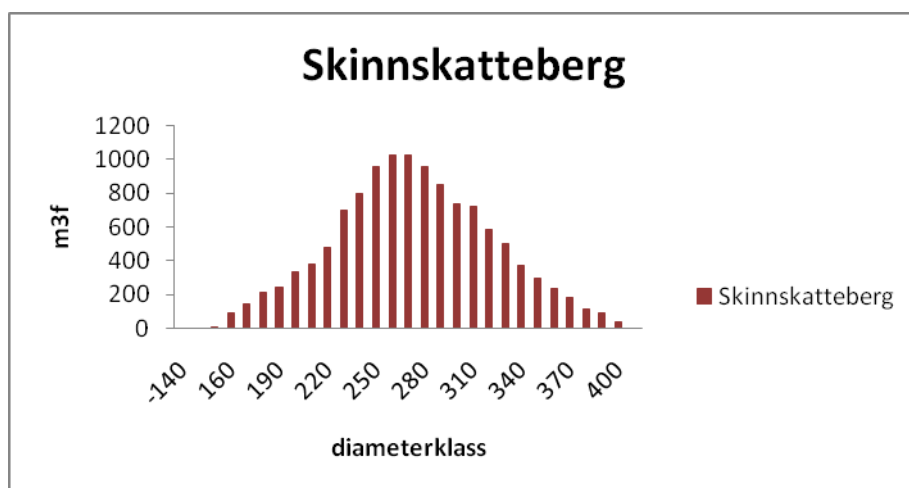
1.2 Bergslagskonceptet

1.2.1 Beslut om delad stocknota

De fyra sågverken i Skinnskatteberg, Nyby, Horndal och Kastet utanför Gävle är alla fyra furuverk. Sågverken i Kastet, Nyby och Skinnskatteberg är specialiserade på att såga grovt eller klint och Horndal sågar stamblock och specialtimmer. Stamblock och knivfura är ett specialtimmer av extra hög kvalitet som sorteras ut redan i skogen. Skinnskatteberg och Kastet fick sin uppdelning under våren 2003 då Assidomän genom bildandet av Bergslagsträ beslutade att sågverken i Skinnskatteberg och Kastet skulle såga en delad stocknota, se Figur 1 och 2 för respektive sågverks stocknota före Bergslagskonceptet. En stocknota är ett diagram som visar hur stor volym av timret som återfinns i varje sågklass. Konceptet innebar att sågverken specialiserades utifrån sina respektive anläggningar och det beslutades att Kastet skulle såga klint timmer i dimensionsintervallen 14cm t.o.m. 23cm och Skinnskatteberg skulle såga grovt timmer i dimensionerna från 19cm och uppåt, se Figur 3. Fusionen av AssiDomän Timber och Mellanskog Industrier år 2003 innebar att ytterligare ett tallsågverk, Nyby sågverk, kom att medverka i Bergslags konceptet och vara med på en delad stocknota. Nyby sågverks råvaru behov liknar mycket Skinnskattebergs men Nyby sågar även vissa volymer klint timmer. Se Figurer för beskrivning av Skinnskattebergs och Kastets stocknotor. (Pers. med Larsson, 2010)

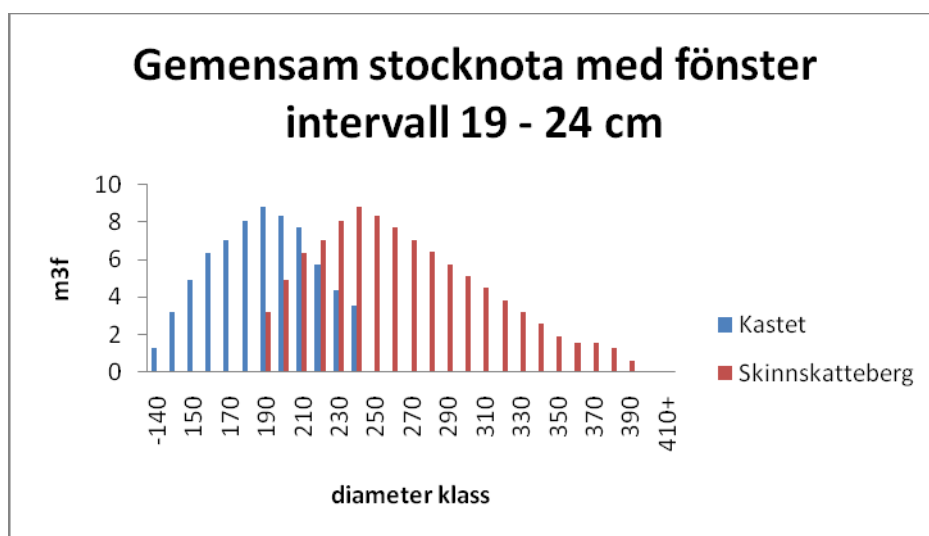


Figur 1. Exempel på stocknota för Kastet innan Bergslagskonceptet.



Figur 2. Exempel på stocknota för Skinnskatteberg före Bergslagskonceptet.

Detta innebar att ett fönster uppstod i den gemensamma stocknotan, se Figur 3 nedan, där de båda sågverken kunde använda samma timmerklasser. Detta gav upphov till en viss flexibilitet i leveranser och planering men även en möjlighet till besparingar av produktionskostnader.



Figur 3. Gemensam stocknota med fönster 19-24 cm.

Fördelarna med anpassningen ansågs vara ökad kundanpassning genom en effektivisering av producerade dimensioner.

Kastet gick från 26 olika centrumdimensioner till 7 och från 10 olika sidobrädsdimensioner till 8. Skinnskatteberg gick från 22 olika centrumdimensioner till 16.

En ökad effektivitet skulle bli möjlig genom en specialisering av produktionslinjerna vid respektive såg. De båda sågverken fick färre timmerklasser att såga och längre serier vilket gynnar produktiviteten.

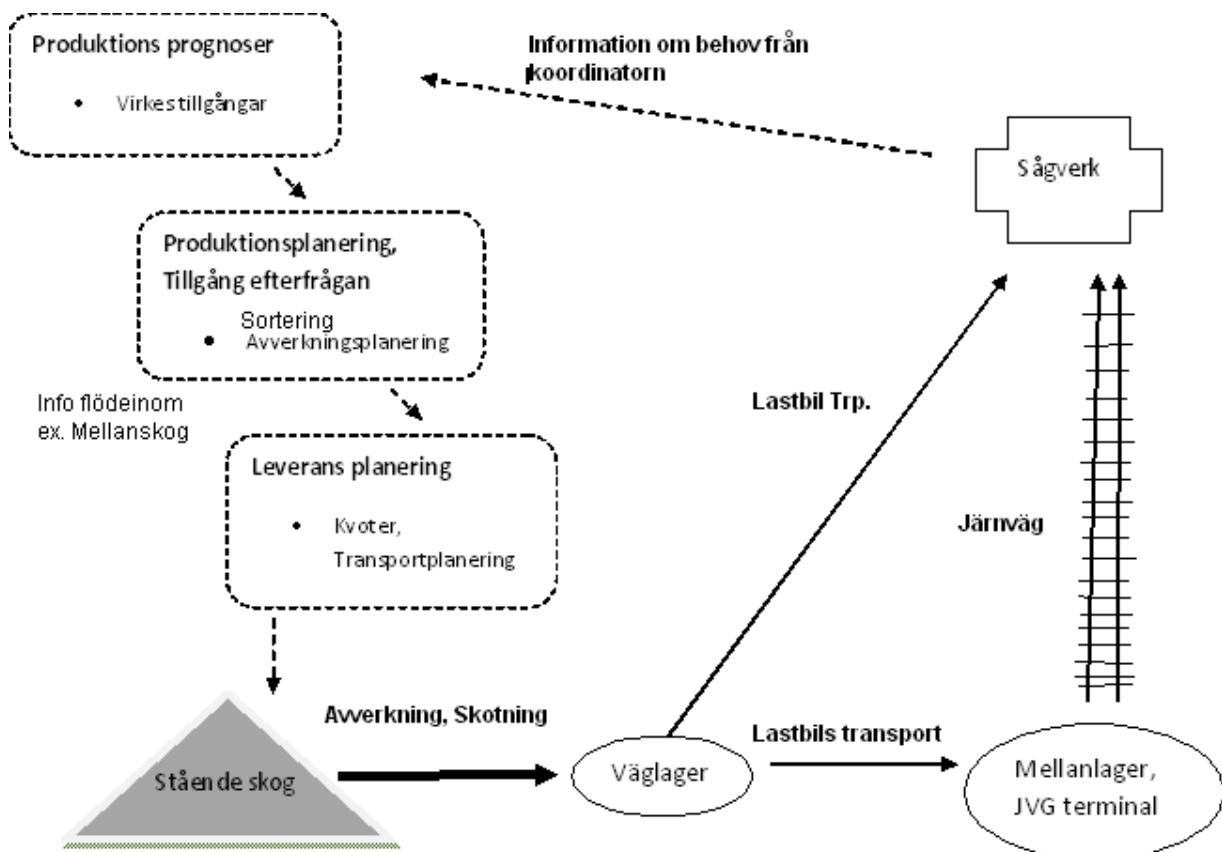
Bergslagskonceptet innebar att Kastet sågar från 14,0 cm i topp till 23,9 cm i topp och att Skinnskatteberg sågar från 19,0 i topp till 41,0 + cm i topp. Denna uppdelning ansågs utnyttja respektive anläggningars fördelar bättre än tidigare.

Idén med specialiseringen var att uppnå en kostnadsbesparing och en bättre förmåga att möta plötsliga svängningar i marknaden. Ett minskat antal timmerklasser ger färre postningar vilket förbättrar effektiviteten och ett minskat antal postningar ger därmed färre dimensioner.

Postningslängden ökar vilket medför längre sågningsserier och därmed ökad produktivitet samt att produktionen blir mindre känslig för variation i sorterat timmerlager. En mindre känslighet mot storlek på timmerlager erhålls då färre antal sortiment finns på timmerplanen och därmed kan sågverken alltid ha långa serier tillgängliga att såga. En effektivare mätning av klenare stockar på Kastet leder till mindre urlägg av klendimensioner efter barkning och är ett exempel på bättre tekniskt utnyttjande av sågarnas förutsättningar. På Skinnskatteberg fanns möjlighet till sidobrädsoptimering vilket är ett annat exempel på bättre tekniskt utnyttjande.

1.2.2 Styrning av råvaruflöde i Mellansverige i nuläget

Råvarukoordinatoren styr idag flödet av timmer in till sågverken. Råvarukoordinatoren tar, tillsammans med leverantörerna Sveaskog, Mellanskog och Korsnäs Skog, fram en plan för hur timret skall delas upp i skogen av skördarförarna. Denna plan baseras på produktionsplan och budgetering men själva fördelningen inom "fönstret" sker baserat på intuition och erfarenhet. (pers. med Larsson, 2010)



Figur 4. Processer och kommunikation i råvaruförsörjningskedjan. Streckade linjer beskriver flöde av information och heldragen linje beskriver fysiskt flöde av material.

Den dagliga planeringen styrs löpande genom kontakt mellan råvarukoordinatoren på Setra och skogsbolagens planerare. Planerarna styr sedan avverkningsresurserna och transportresurserna. Leveransavtal med volymer och kvoter för varje månad görs upp i kontrakt då avtalsförhandlingarna äger rum. Det är endast volymerna totalt som specificeras och inte

volymen enskilt för klasser eller dimensioner. Se Figur 4 ovan för flöde av råvara och information i processerna i försörjningskedjan.

Vilka bestånd som avverkas styrs helt och hållet av faktorer som Setra inte kan påverka på kort sikt. Är behovet av massaved stort sker en förskjutning mot mer gallring. Är timmerpriserna höga och/eller behovet av gallringsvirke lågt sker en förskjutning mer mot slutavverkning. Det kan även finnas andra faktorer som styr vilken typ av timmer som produceras exempelvis bärighet i markerna och hur bestånden ser ut.

Detta medför problem av råvarustyrningen för Setra då skogsbolagen går in i klenare bestånd som ger en förskjutning mot klenare timmerdimensioner. Då blir det ett underskott av grövre timmer för Setra och detta får justeras genom att mer dimensioner inom "fönstret" styrs om mot de verk som sågar grövre timmer. Om skogsbolagen å andra sidan beslutar sig för att gå in i mer slutavverkning så blir följden att mer grövre timmer kommer att produceras och därmed får Setra problem att försörja sitt klenatimmer verk.

När en exogen eller endogen faktor påverkar flödet eller behovet av timmer så medför det en avvikelse från det planerade flödet av råvara. För att lösa detta problem så att industriernas behov kan tillgodoses styr råvarukoordinatorerna på Setra om flödena utifrån rutin och erfarenhet. Detta är inte alltid optimalt med tanke på transportkostnader eller miljöpåverkan. Problemet blir att avgöra vilka transportsätt skall användas, från vilka lokaliseringar som virket skall leveras, till vilken industri och vid vilken delning som timret skall delas upp i.

Med hjälp av en destineringsmodell som visar på effektiva åtgärder för att lösa olika problem som kan uppkomma och störa den tidigare fastslagna planen, kan effekterna på miljö och transportkostnader, på grund av ändrade råvaruflöden, minimeras. En destineringsmodell kan även bistå med viktig information om hur olika beslut påverkar transportkostnaderna för råvara.

1.3 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att ta fram en optimal instruktion för hur timmer beroende på geografiskt läge skall delas upp volymmässigt i grovtsortiment och klenatsortiment, samt vart timret skall destineras. Studien inriktas på försörjningen av Setras tallsågverk i Mellansverige. Resultatet blir optimala fångstområden och delningsdiametrar för respektive sågverk och geografiskt område. Kostnadsbilden för optimala flöden skall jämföras med verkliga flöden av råvara för år 2009. Ett annat syfte med arbetet är också att skapa en rekommendation för hur virke i olika diameterintervall skall destineras till de tre sågverken så att kostnaderna minimeras samtidigt som respektive sågverk får sina behov tillgodosedda. Denna information skall vara grafisk, visa hur delningen skall göras (vid vilken diameter) och till vilken sågindustri som timret skall destineras. Mallen skall vara optimal med avseende på att minimera transporter av timmer och därmed minska kostnaderna.

Avsikten är även att utföra känslighetsanalyser och göra beräkningar på hur transportkostnaderna ser ut för respektive sågverk samt hur dessa påverkas av förändringar i behoven på respektive sågverk.

Sveaskog Nord och Syd, Mellanskog och Korsnäs Skog är de tre största leverantörerna av råvara i regionen. De är alla aktuella för studien förutom Sveaskog Syd som valde att inte medverka.

Slutligen är syftet att analysera hur ett öppnande av fönstret med 1- 2cm påverkar kostnaden, hur det påverkar den optimala delningsmallen och destination samt hur de förhåller sig mot verkliga leveranser under 2009.

1.4 Frågeställningar

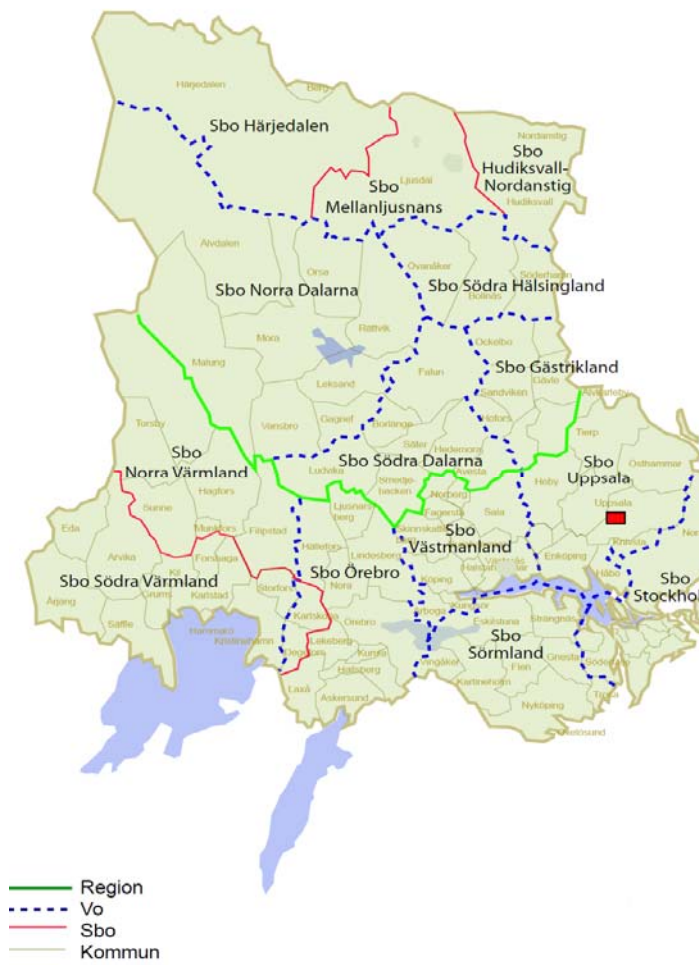
Hur ser en framtida uppdelning ut av klen och grovt timmer i berörda församlingar då transportkostnaderna minimeras och råvarubehoven för varje sågverk tillgodoses?

- Hur stor är besparingspotentialen för optimala transporter jämfört dagens destinerings av timmer?
- Hur ser de optimala fångstområdena ut för respektive sågverk med dagens fönster?
- Hur ser optimala delningsdiametrar för varje församling och scenario ut?
- Hur påverkas transportkostnader samt uppdelningen och destinerings av timmer om "fönstret" öppnas med 1cm, 2cm eller helt och hållet?
- Vad händer med kostnadsbilden om behoven på sågverken förändras utan att tillgången totalt förändras?

1.5 Avgränsningar

Detta examensarbete omfattar endast talltimmer som är avsett för de tre furuverken, Skinnskatteberg, Nyby och Kastet inom Setra Group. Alla volymer som under 2008, 2009 levererats av Sveaskog södra norrland, Mellanskog (2008, 2009) och Korsnäs Skog (endast 2009) tas med i studien. Leveranser från Sveaskog Syd finns däremot inte med i studien trots deras stora andel. I studien ingår virke som anskaffats från leverantörernas egna skogar, genom centrala köp och genom inköp från privata skogsägare. Centrala köp är de volymer som ett skogsbolag byter till sig eller köper från ett annat bolag för att sedan sälja vidare. Genom centrala köp kan virket ha haft flera olika ägare från att det avverkas till att det förbrukas vid en industri men fortfarande har det transporterats direkt från skogen till en industri. Volymer som transporterats med järnväg tas även med i beräkningarna. Ingen import har skett under tidsperioden varför sådana volymer ej är aktuella.

Mallen med optimala fångstområden som skall tas fram berör det upptagningsområdet för råvara som dessa sågverk har. Se Figur 5. (obs ej sbo Värmland, Härjedalen, och Norra Dalarna). Området för studien omfattar i största mån församlingar från landskapen i söder från Sörmland, Örebro och södra Värmland till Hälsingland i norr. Arbetet med att kartlägga och ta fram historiska timmerfördelningar omfattar endast tallvolymer avsedda för de tre berörda sågverken levererade från Sveaskog Nord, Korsnäs Skog och Mellanskog.



Figur 5. Karta över fångstområde för råvaran som används för optimeringen(obs ej sbo Värmland, Härjedalen och norra Dalarna).

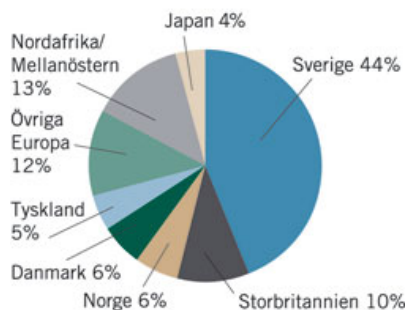
2. Företagspresentation

Setra är ett av Sveriges största träindustriföretag och bildades då Assidomän Timber slogs ihop med Mellanskog Industrier år 2004. Setra är en av de största producenterna av sågade trävaror i Europa. Enligt Sawmilldatabase (2010) så placerar sig Setra Group på plats nr 12 i Europa med 1 414 tusen m³ producerad vara för år 2008. De erbjuder miljöcertifierade träprodukter avsett för inredning, byggnation och trävaror till bygghandel och industrier, se Figur 6 för bild på trävaror som säljs under namnet Royal.



Figur 6. Trävaror från Setra säljs under varumärket Royal.

Omsättningen var 2008 ca 4 miljarder SEK och antalet var ca 1200 anställda. Viktigaste export marknaderna (se Figur 7.) var under 2008 Europa, Japan, Nordafrika och Mellanöstern och den stod för drygt hälften av omsättningen, se Figur 7 nedan. Verksamheten i bolaget är indelad i fem affärsområden, Råvara, Furu, Gran, Förädlat, Nord samt Plushus. Industrierna är spridda över hela landet, se Figur 8. Antalet sågverk är tio stycken varav fyra sågar endast tall, tre endast gran och tre som sågar tall och endast mindre volymer gran. Setra har även ett antal förädlingsenheter samt några trähus industrier.(setragroup, 2010) Setra ägs av 2200 aktieägare varav 50 procent ägs av Sveaskog, 27 procent av skogsägarföreningen Mellanskog, 22 procent av Lantmännens riksförbund och till 1 procent av andra aktieägare.



Figur 7. Försäljningen under 2008 fördelat på marknader.



Figur 8. Produktionsanläggningar, sågverk och hyvlerier under 2008.

2.1 Setra Råvara

2.2.1 Råvara

Affärsområdet Råvara ansvarar för råvaruförsörjningen till bolagets sågverk. Försäljning av biprodukter som flis och bibränsle ingår även i uppgifterna. Eftersom Sveaskog och Mellanskog är ägare står dessa för en naturlig del i råvaruförsörjningen till industrierna. Andra stora leverantörer av timmer är Korsnäs Skog och Holmen skog som genom timmer byter till sig sågverksflis för massaframställning. Mindre volymer kommer lokalt även från egna uppköp.

Setra Råvara är uppdelad i tre verksamhetsområden, Norr med ansvar för råvaruförsörjning gentemot Malå sågverk och Rolfs sågverk. Råvaran är mestadels tall men även en mindre volym gran. Mellan, där råvaran är tall och gran gentemot sågverken i Färila, Horndal, Kastet, Heby, Nyby och Skinnskatteberg. Sedan finns även Syd som förser sågverken i Vimmerby och Hasselfors med gran och talltimmer. En avdelning med ansvar för biprodukter och bioenergi finns även.

2.1.2 Inköpsorganisation

Setra Råvara har även en mindre egen inköpsorganisation som har till uppgift att delvis förse sågverken i Kalix och Malå med råvara. Dock är det en mindre volym som kommer från dessa inköp. Även nere i Vimmerby finns en egen inköpsorganisation med uppgift att förse sågverket där med råvara. I anslutning till inköpsorganisationerna finns även entreprenörer som är kontrakterade för avverkning och transporter.

Setra kan även i sin uppköpsorganisation erbjuda skatterådgivning, skogsbruksplaner och gruppcertifiering i PEFC, vissa skogsvårdstjänster som markberedning, röjning och plantering. (Setragroup, 2010)

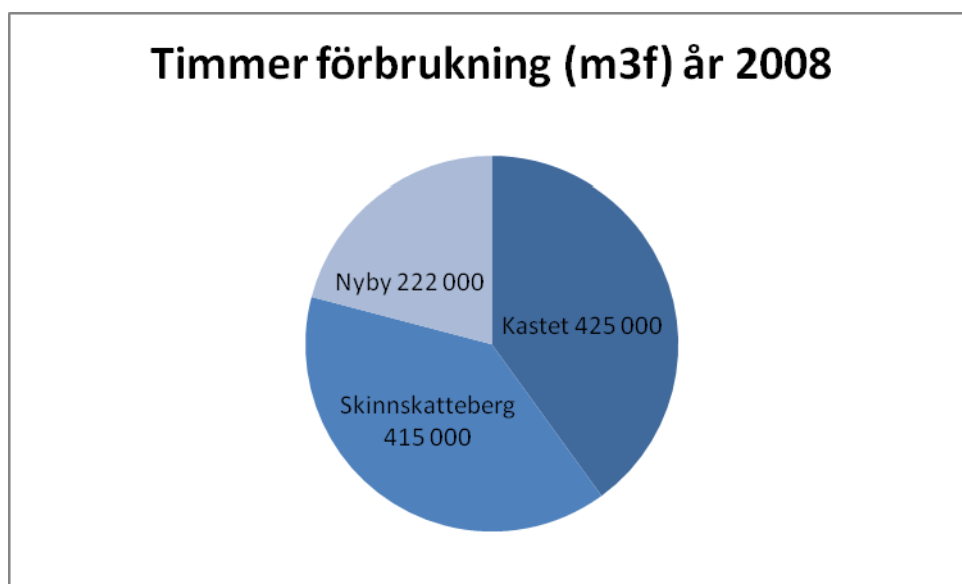
2.2 Sågverken Skinnskatteberg, Kastet och Nyby

Skinnskatteberg är beläget i Västmanlands län och producerade år 2008 ca 222 000 m³ sågad vara. Sågverket tillhör affärsområdet Furu och produkterna levererades mestadels till Storbritannien, Sverige och Spanien. Sågverket grundades 1911 och har idag ca 85 anställda.

Kastets sågverk ligger ca 10 km utanför Gävle ute vid Korsnäs pappersindustri vilket det även tillhörde fram till år 2000. Kastet tillhör affärsområdet Furu och produktionen år 2008 på ca 190 000 m³ sågad vara som såldes huvudsakligen till Storbritannien, Sverige och Danmark. En stor del förädlas även vid Setras egna förädlingsenheter. Sågverket grundades 1899 och det arbetar ca 60 personer på sågen.

Nyby sågverk tillhör även det affärsområdet Furu. Sågverket ligger beläget i Björklinge utanför Uppsala och producerade år 2008 ca 105 000 m³ sågad vara. Det som produceras här går mestadels till Setras förädlingsenheter och därefter vidare till kunder i Storbritannien, Spanien och Sverige. Sågverket har gamla anor och grundades före 1818. Det arbetar ca 50 personer på sågen.

Sågverkens råvarubehov för 2008 var totalt 1 062 m³f. Se Figur 9. för respektive sågverks råvaruförbrukning.



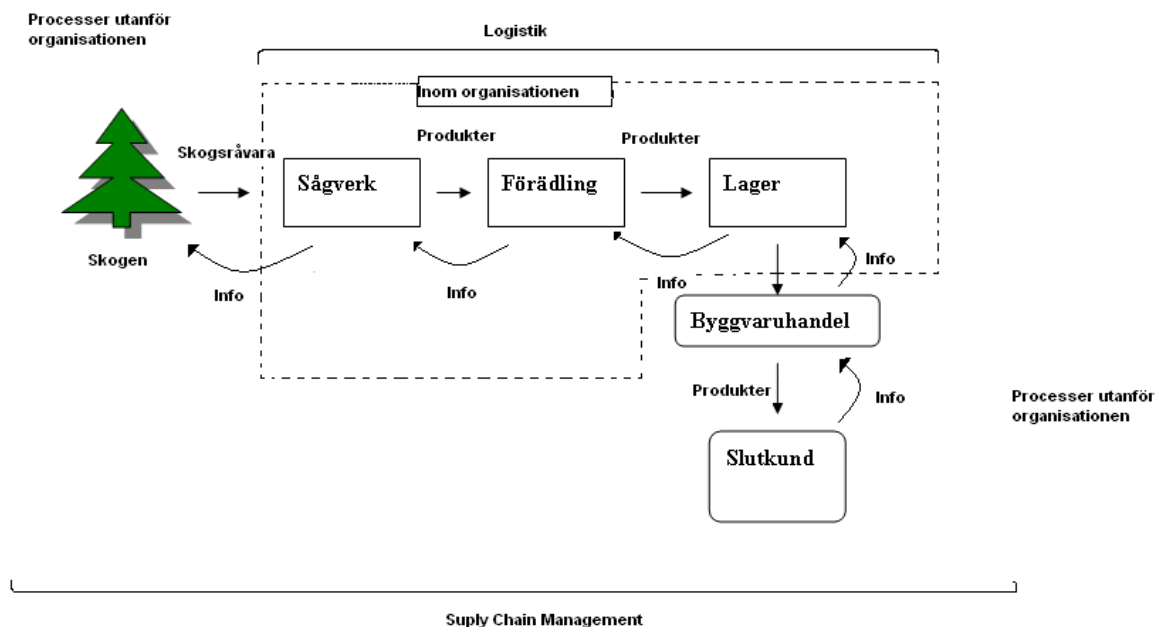
Figur 9. Råvarubehov 2008 för de tre aktuella tallsågverken.

3. Teori

3.1 SCM: Supply Chain Management

Supply Chain Management omfattar kundernas och leverantörernas samarbete inom logistiken, det vill säga flödet av varor och information inom ett företag eller en organisations försörjningskedja. Enligt Christopher (2005) är skillnaden mellan logistikstyrning och SCM hur stor del av flöden av varor och material som man ser till.

Med logistik menar Persson och Bjørnland (1997) endast flöden som sker inom en organisations gränser och inte vad som sker före och efter, se Figur 10.



Figur 10. Skillnaden mellan SCM och Logistik för en sågverksindustri (egen fig).

Utgångspunkten i SCM är att kunden skall få rätt produkt, i rätt tid, i rätt skick, på rätt plats och till rätt kostnad (Lambert & Stock 1993).

Bakom denna utgångspunkt finns en rad aktörer med olika tillhörighet och egna mål som skall koordineras för att hitta den bästa kombinationen och totala lösningen sett till hela kedjan. (Chopra & Meindl 2007)

Målet med Supply Chain Management kan variera men återkommande inslag kan sammanfattas och utvecklas från följande utgångspunkter.

1. Ett effektivare användande av resurser vilket leder till lägre andel överksamla resurser.
2. Minskade lager vilket medför lägre bindning av kostsamt kapital i lager.
3. Förkortade ledtider, vilket även det leder till minskad kapitalbindning i mellanlager samt i produktionen. Detta ökar även kundnyttan då snabbare respons gentemot kunden och en förkortning leveranstiden är möjlig.

4. Genom att tillämpa JIT, just in time leveranser som en del i SCM ökar servicenivån.
5. Mer och bättre fokus på slutkunden leder till en högre upplevd kundnytta.

Punkterna 1,2 och 3 förväntas leda till minskade kostnader och 3,4 och 5 till att bidra med ökade intäkter. Tillsammans påverkar de lönsamheten och konkurrenskraften positivt för företaget eller organisationen. (Dahlin & Fjell 2003)

3.2 Logistik

Logistik handlar om flödet av insatsmaterial, färdiga produkter samt strömmar av pengar och information. Ofta glöms flödet av pengar och information bort då logistik kommer upp på tal även om det ibland är där de mest effektiva insatserna kan göras.

För att nå framgång inom detta område krävs det samarbete med de andra aktörerna i samma logistikkedja, med kunderna och med fokus på kundens kund. (Dahlin & Fjell 2003)

Effektiviteten i en logistikkedja kan bedömas utifrån termer av *Service*, *Kostnader* och *Kapitalbindning*. Dessa tre faktorer påverkar varandra dynamiskt, se Figur 11, exempelvis då transportkostnaderna minskas genom färre men större leveranser vilket i sin tur påverkar lagerstorleken och service negativt. Helheten mellan dessa faktorer är det som avgör hela kedjans effektivitet. (Dahlin & Fjell 2003)



Figur 11. Faktorer som styr effektivitet för skogsbrukets logistik (Egen tolkning från Lumsden, 2006).

3.2.1 Logistik i skogsbruket

Skogssektorn och skogsbruket är en bransch som är präglad av en komplex och svårhanterlig logistik. Stora volymer skall transporteras under begränsade tider och med en rad restriktioner

som tid, sortiment, och mottagningsplats. Divergerade flöden och lång process från att skogen huggs till att den når industri och senare slutkund gör den ännu mer komplex. Ett exempel är tiden mellan avverkningsanmälan och själva avverkningen är ca 6 veckor. (Granström, 2009)

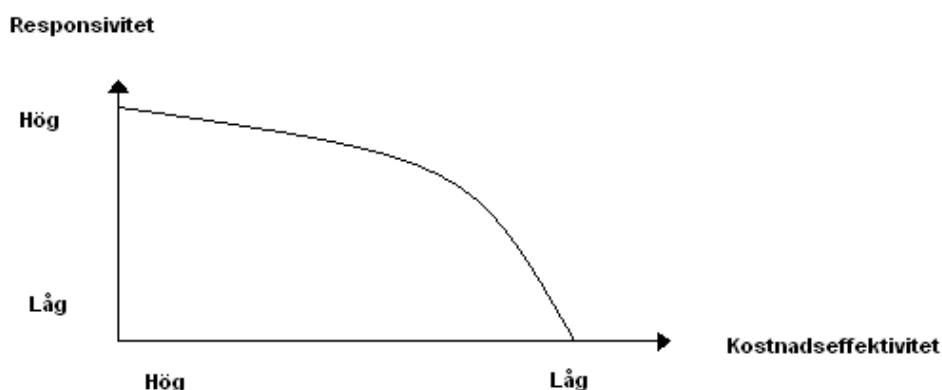
3.2.2 Transporternas roll i en försörjningskedja

Transporter, anläggningar och lager är de logistiska drivfaktorerna. Tillsammans med *information, pris och lokalisering* är dessa faktorer som påverkar hur väl en försörjningskedja uppfyller sina mål. Dessa drivkrafter påverkar möjligheterna att planera, strukturera och styra hela försörjningskedjan. (Chopra & Meindl 2007)

Med transporter menas det fysiska flödet av produkter eller insatsvaror från en lokalisering till en annan. Inom skogsbruket står transportkostnaderna för ca 30 procent av den totala råvarukostnaden (skogsindustrierna, 2008)

Transportkostnader påverkas av antalet anläggningar (Chopra & Meindl 2007). Få anläggningar ger långa transporter, många anläggningar ger korta transporter. Transporter är förflyttningar av produkter mellan olika processer och steg inom en försörjningskedja. Transporter har stor påverkan på hur effektiv en försörjningskedja är, både vad gäller effektivitet och responsivitet. Effektiva transporter innebär att de utförs så kostnadseffektivt som möjligt medan responsiva transporter innebär att de sker så ofta och så precist som möjligt utifrån kundens behov. Dessa aspekter står oftast i konflikt med varandra, se Figur 12. Snabbare och mer responsiva transporter ger oftast sämre effektivitet. För att kunna koordinera, strukturera transporterna och effektivisera dessa utan att försämra responsiviteten krävs det *information och kommunikation*.

Logistiknätverket kan för skogsbruket se lite olika ut beroende på vilka förutsättningar som gäller. Inom skogsbruket kan det handla om att välja mellan omlastningsplatser för järnvägstransport alternativt långdistansfordon med högre nyttolast. Detta medför dock att servicen och leveransfrekvensen blir sämre. I sådana lösningar levereras större volymer i varje lass för att sänka transportkostnaderna per m³f. (Skogforsk, 2008) Om tåg nyttjas så reduceras även där transportkostnaden samtidigt som responsiviteten (leveransfrekvens) försämras då det i de flesta fall blir större men färre leveranser vilket även påverkar kapitalbindningen i lager som en av parterna får stå för den kapitalbindningskostnad som ökar med detta transportsätt. (Skogforsk, 2009)

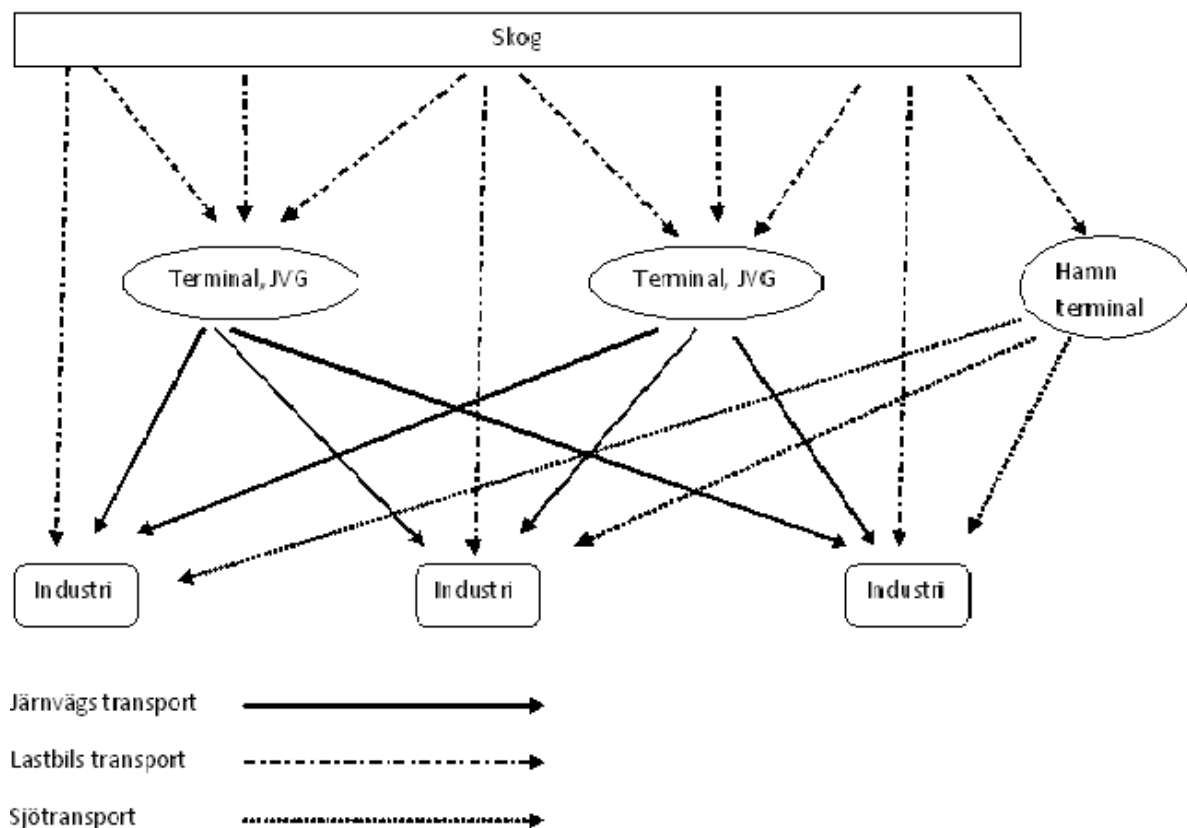


Figur 12. Responsivitet vs kostnadseffektivitet. (Chopra & Meindl 2007)

Strukturen på transportnätverket är ett viktigt val för att skapa effektiva och responsiva transporter. Nätverkets struktur bestämmer om produkterna skall transporteras direkt till

kunden eller via en terminal eller omlastningspunkt. Nätverket kan bestå av en rad olika transportsätt som järnväg, sjöfart, flyg och vägtransport, se Figur 13 för exempel på transport struktur. Ett bra sätt att mäta effektiviteten för att hitta stordriftsfördelar är hur stor transportkostnaden per inlevererad enhet är, exempelvis kostnad per volymenhet. (Chopra & Meindl 2007)

I skogsbruket är det stora flöden av produkter som cirkulerar och inom råvaruanskaffningen finns även en rad dynamiska faktorer som försvårar optimeringen av flödet. Dahlin och Fjell (2003) menar dock att det finns en stor potential att optimera och effektivisera flödet. Detta går att åstadkomma med en analytisk optimering. Data samlas in från alla berörda aktörer och sedan används detta i en optimeringsmodell eller ett SCM system. Idag finns ett system Flow-Opt, utvecklat av Skogforsk som kan tillämpas för detta ändamål. (Skogforsk, 2010)



Figur 13. Exempel på nätverksstruktur för skogsbruk. (eget material)

3.2.3 Informationens påverkan i försörjningskedjan

En viktig aspekt i arbetet med att skapa en effektiv försörjningskedja och logistik är information. Information påverkar hela försörjningskedjan på flera sätt och möjligheterna att effektivisera den. Information fungerar både som sammankopplare mellan olika delar och för att koordinera flödet av produkter. Information är även viktigt när det gäller styrningen i de olika dagliga mindre processerna. Datasystem som samlar upp information från hela organisationen och sedan distribuerar ut den till aktörer i försörjningskedjan är oerhört viktiga verktyg.

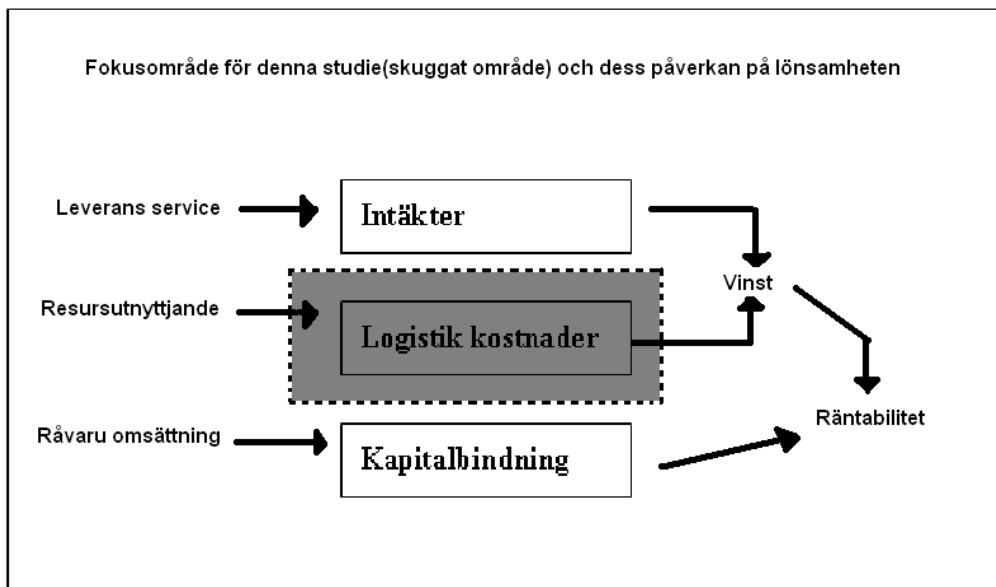
Information är nyttig när en planerare ska göra prognoser och framtida planering av exempelvis transporter. Utan att veta vilket transportbehov som kan förväntas är det svårt att

skapa en anpassad struktur med lager, transportvolym, transportsätt och inte minst anskaffning av insatsvaror. (Chopra & Meindl 2007)

Inom skogsbruket är behov av koordinering stort när det gäller råvaruförsörjning. Olika industrier har olika krav och flödena från skogen måste anpassas efter dessa Krav så tidigt som möjligt i råvarukedjan. Massabruk använder en mer homogen råvara än sågverk som dessutom kan ha flera olika specifikationer beroende av tidpunkten och konjunkturen. För att kunna leva upp till dessa Krav krävs det ett informationsflöde mellan de olika aktörerna i försörjningskedjan. (Dahlin och Fjell 2003)

3.3 Logistikkostnader och lönsamhet inom skogsbruket

Inom SCM-teorin (Aronsson 2006) finns en modell, Logistikens totalkostnadsmodell, se Figur 15, som på ett bra sätt beskriver hur beslut i organisationen påverkar den totala kostnadsbilden för en organisation. Ett beslut inom en avdelning som reducerar kostnader kan medföra att en annan del inom företaget får ökade kostnader. Om totalkostnadsmodellen används kan dessa typer av suboptimeringar och kostnadsöverföringar inom organisationen undvikas och den totala kostnaden komma i fokus.



Figur 14. Logistikkostnadernas påverkan på lönsamheten (Lumsden 2009)

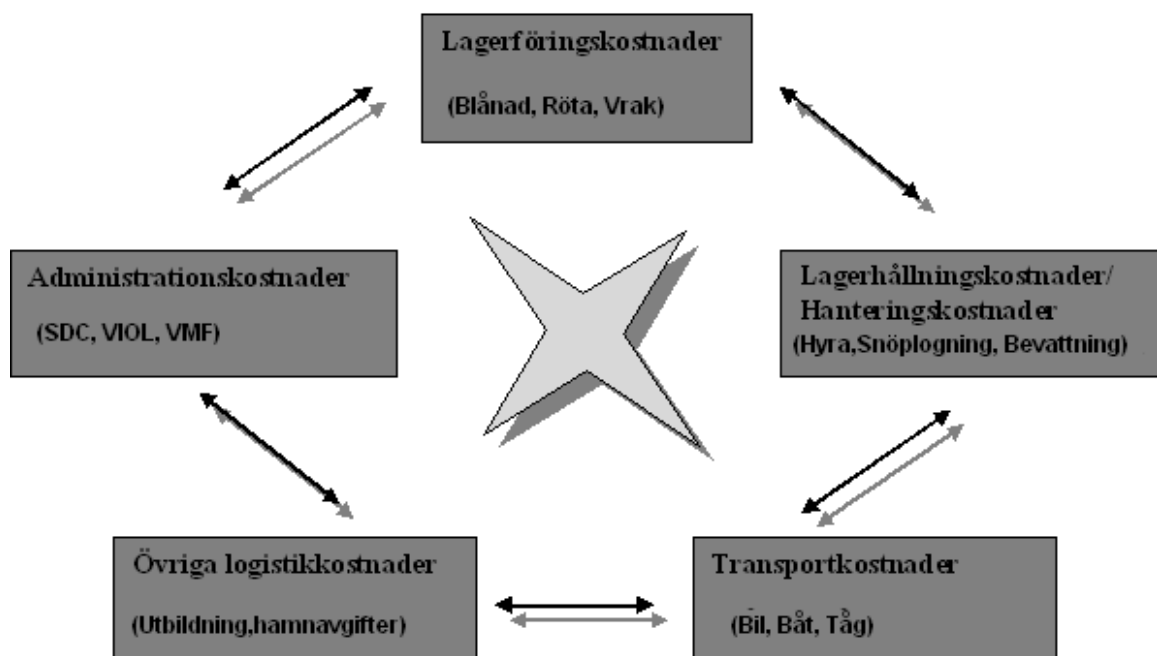
De kostnader som finns i modellen (se Figur 15.) är prioriterade kostnader för ett företag som arbetar med effektiviseringar i förädlingskedjan eller med logistiska optimeringar. (Aronsson, 2006)

Med *lagerföringskostnader* menas kostnader som lagringen av produkter medför, i detta fall talltimmer med tillhörande inkurans, det vill säga spill eller röta för talltimmer samt kapitalbindningskostnaden för timret. *Lagerhållnings-* och *Hanteringskostnader* är de som uppkommer i samband med hanteringen av lagervolymer samt anläggningskostnader för lagret. Exempelvis byggkostnader för en virkesterminal samt omlastningar eller snöröjning av lagerytor. Andra exempel är hyra för mark eller bevattningskostnader under sommartid. *Transportkostnader* är de som kan direkt sammankopplas med själva transporten. Dessa uppkommer då varor eller exempelvis timmer flyttas från ett väglager till en terminal eller direkt till ett sågverk eller annan industri. *Administrationskostnader* är sådana som

uppkommer då produkter skall registreras och administreras. Inom skogsbruket finns dessa kostnader ofta sammankopplat med SDC och deras virkesredovisning. Det kan även vara ordermottagning och fakturering. I övriga *logistikkostnader* samlas de kostnader som inte kan kategoriseras efter de ovanstående men ändå hör till logistikkostnader. Dessa kan uppkomma i andra delar av verksamheten, exempelvis vid emballering eller kostnader som uppkommer då ett nytt informationssystem för exempelvis transportledning upprättas.

I modellen som Aronsson (2006) nämner finns även *Servicekostnader* med. Själva uppdraget för ett råvarubolag är att försörja industrier med virke. Servicekostnaderna är i denna modell uteslutna eftersom det i Setras fall handlar om interna transaktioner och de kostnader för service finns, uppkommer som ökat pris för råvarorna samt ökade hantering, lagring och transport och lagerhållningskostnader.

I olika optimeringsmodeller handlar det om att hela tiden ha den totala logistik kostnaden i fokus så att optimeringen inte sker isolerat från den övriga logistikkedjan och i värsta fall leder till en suboptimering.



Figur 15. Totalkostnadsmodellen för logistik inom skogsindustrin, där transportkostnader är föremål för denna studie, fritt tolkat från (Aronsson, 2006).

4. Informationssystem

4.1 IT-system

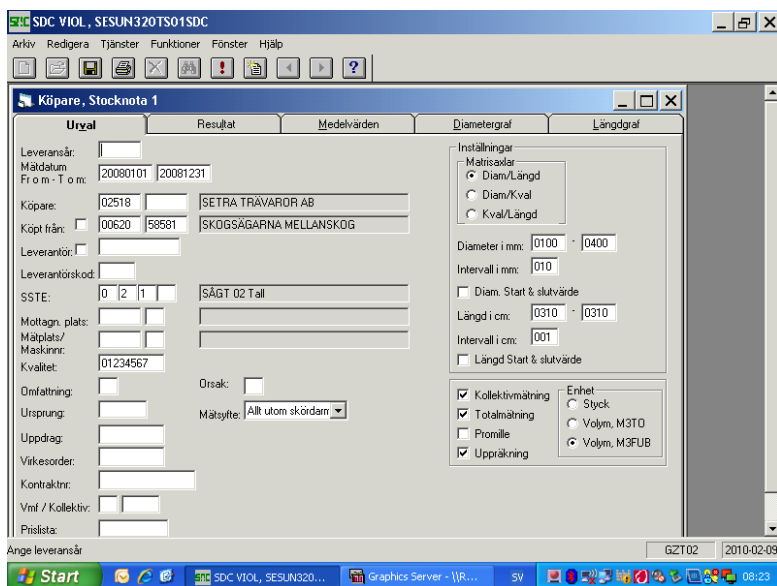
Det finns flera olika sätt att tillämpa och använda informationssystem för att effektivisera en försörjningskedja. Ett av de områden som är mest intressanta och nyttiga för en organisation är att hantera, samordna och sprida relevant information. Att använda ett IT-system för detta blir värdeskapande därför att personerna i fråga omöjligen själv skulle kunna sortera ut och dela med sig av vad som är viktig information för andra inom organisationen. (Bjørnland & Persson 2003)

För en inköps organisation kan det vara oerhört nyttigt att styra och hantera lager i ett IT system. Samtidigt finns en hel del annan viktig information om insatsvarorna som finns på lager. Flödesstyrning med planeringsverktyg kräver i regel att indata finns om lagerstatus, behov och tillgång.

Jonsson och Mattson (2005) har kategoriserat tre typer av IT system för att skapa effektiva flöden. Det första är planerings- och exekveringsverktyg som innehåller databaser och programvaror för att stödja användaren genom tillgång till data för beslutsunderlag för olika processer inom företaget. Det andra är kommunikationssystem med syfte att sprida information inom och mellan företag och organisationer. Sedan finns det en tredje typ som egentligen är en kombination av de två tidigare.

4.2 Setras Informationssystem

För att Setra effektivt ska kunna hantera och dela information om lager, leveranser och annan viktig information om färdiga produkter eller exempelvis råvara finns det ett dataprogram, ProClarity, som Setra använder sig av och som internt kallas för "kuben". Programmet är uppbyggt på så vis att en server, OLAP, hämtar information från SDC varje gång en uppdatering i leveranser skett. OLAP står för Online Analytical Processing. OLAP är ett system som tillåter snabb behandling av data. Systemet kan även definieras med att det har kapacitet att manipulera och analysera data från en mängd olika källor. Styrkan med OLAP systemet är det endast använder relevant data för användaren och hämtar hem det som är av intresse. Detta åstadkoms genom att användare själv genom inställningar väljer vad som är relevant information och vad som är oviktigt. Därigenom får användaren ett snabbt datasystem som skalat av onödig data som skulle göra programmet långsammare (Wikipedia, 2010). I programmet Proclarity, används "Kuben". Där behandlas sedan information av varje enskild användare på det sätt eller med den inställningen som passar just den användaren. Det finns en mängd olika sätt att visualisera och kategorisera all fakta som finns i systemet. Olika varianter eller vridningar på "kuben" ger olika bilder av fakta. Med "kuben" går det att bland annat att få fram volymer för varje sågverk, tidperiod, sortiment samt att se LKF koder för alla leveranser som Sveaskog, Mellanskog och Korsnäs gjort till sågverken. LKF står för Län, Kommun och Församling och beskriver varifrån leveranser härstammar.

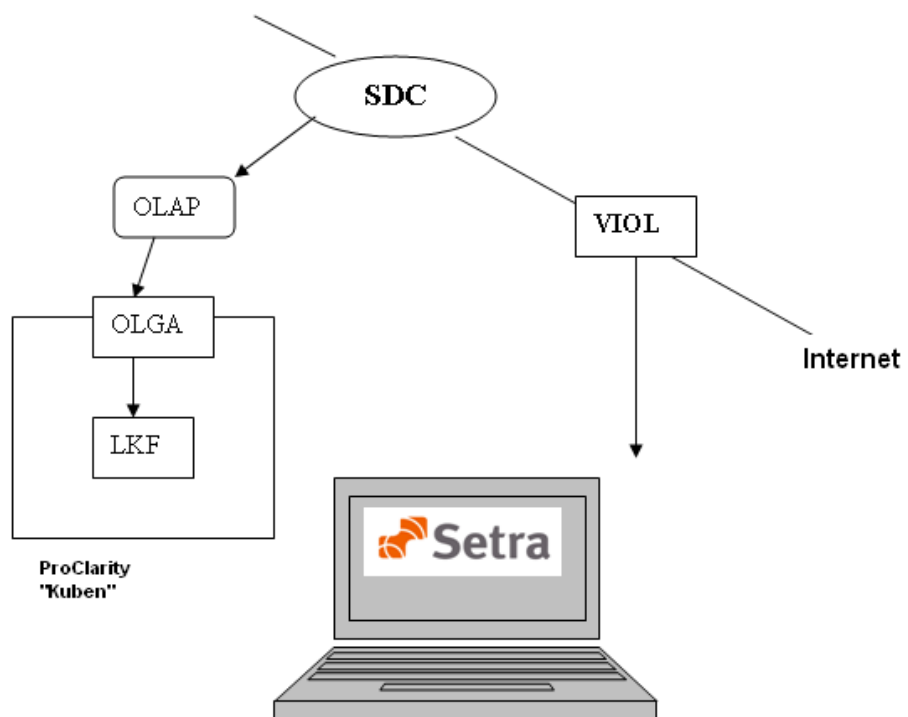


Figur 16. Bild från programmet "VIOL".

4.3 SDC Skogsnäringsens Data Central och VIOL Virkesredovisning Online

I takt med att hanteringen av råvaran ökar och blir mer komplex så blir Kraven på administration strängare. Dessa strängare Krav innebär att virkesmarknadens aktörer vill ha bättre information, snabbare och mer ingående data om skogsråvara. Därför har skogsbrukets aktörer gemensamt skapat en viktig länk mellan aktörerna nämligen SDC som står för Skogsnäringsens Data Center. SDC har tagit fram ett system för virkesredovisning online som går under namnet VIOL, se Figur 16 för bild av sökmotor i VIOL. Systemet VIOL hämtar data från det opartiska virkesredovisnings- och mätorganisationen VMFs olika mätplatser, skördare och transportörer. VIOL är ett webbaserat verktyg som förser kunderna och i detta fall Setra med värdefull information om timret som levererats in till sågverk eller andra inmättningsplatser, exempelvis järnvägsterminalen i Ljusdal. Från detta system går det att få fram timmerfördelningen, det vill säga stocknotan för varje leverans. Se Figur 17 för struktur på ProClarity och VIOL.

Ett virkesled ägs av flera aktörer och då en industri får en virkesvolym kan den ha passerat genom flera aktörer som bytesvolymen fram och tillbaka men fysiskt endast förflyttats från skogen direkt till slutköparen sågverket. (sdc, 2010)

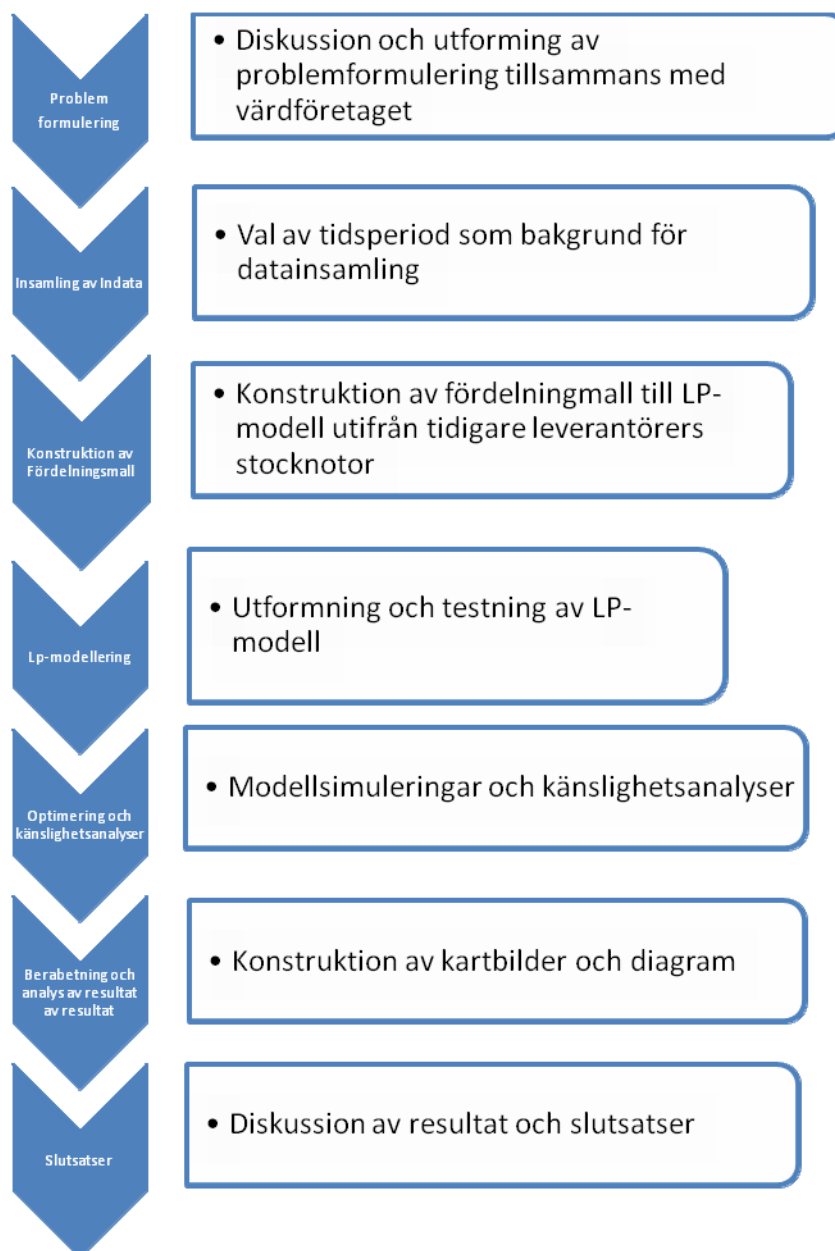


Figur 17. Struktur för "Kuben" och VIOL.

5. Metod

För studien behövdes visst bakgrundsmaterial. Därför gjordes en utredning om hur stocknotor för varje område tidigare sett ut och en uppskattning av hur dessa kan komma att se ut framöver.

När bakgrundsmaterialet var klart konstruerades en LP-modell för att minimera kostnaderna, optimera flödet och hitta en optimal delningsdimension för respektive område. Modellens slutsatser beskriver hur timret skall delas upp och destineras i de olika områdena. Fyra scenarios användes för att jämföra hur de optimala delningsdimensionerna samt kostnaden per m³f förändrades i de olika scenariorna. I Figur 18 beskrivs arbetsgången för studien.



Figur18. Modell över arbetsgången.

5.1 Insamling av historiska data och skapandet av framtida prognoser

Denna fallstudie handlar om att samla in data om diameterutfall på församlingsnivå, det vill säga stocknotor och volymer för församlingar i upptagningsområdet. Genom att skapa en bild av framtida virkestillgång kan sedan en optimering göras för delningsdiameter och destination av virket.

Information om timmerfördelningar för respektive område och leverans har hämtats från SDCs onlinedatabas VIOL. I VIOL-systemet finns en mängd information om de leveranser av timmer som levererats till Setras sågverk. Dessa uppgifter kompletteras med information från Setras interna IT-system ProClarity. Uppgifter från ProClarity kommer ursprungligen även de från SDC men i en annan form och även mer utförligt än i VIOL. Genom att använda historiska data om timmerfördelning, uppdelning i klent och grovt timmer samt ursprung kan en bild skapas av hur timret som historiskt levererats till Setras har sett ut.

Genom att använda prognoser om hur timmerfördelning och utfall i framtiden kommer att se ut i Setra råvaruområde, går det att beskriva hur transportkostnaderna skulle kunna se ut i framtiden med en optimal sortering där transportkostnaderna minimeras.

5.1.1 Ingående volymer i optimeringsmodellen

För att kunna skapa en bild av tillgången på råvara på församlingsnivå ämnad för Setra hade det varit optimalt att använda sig av traktbanker, långsiktiga avtal och avverkningsplaner från råvaruleverantörerna Mellanskog, Korsnäs Skog och Sveaskog Nord. Detta hade gett en bra bild av hur timret ser ut som i framtiden kommer att avverkas i församlingarna och hur stora volymer som funnits i respektive dimension. Tyvärr var detta inte lämpligt på grund utav att leverantörerna i vissa fall inte ville dela med sig denna typ av information och att den i vissa fall inte existerar eller är för osäker. Därför fick historiska data stå som grund för skapandet av prognoser över framtida utfall på församlingsnivå.

Uppgifter om volymer per församling från år 2008 och 2009 fanns i datasystemet ProClarity användes därför att dessa år var att betrakta som de mest normala och lämpliga med tanke på avverkningstakt och diameterutfall samt andra endogena och exogena faktorer. Utifrån dessa år användes snittvolymer som sedan ökades för utifrån prognos av råvarukoordinator Pontus Larsson.

5.1.2 Representativa fördelningsmallar

En fördelningsmall visar hur volymen timmer från en leverans är per diameterintervall. I denna optimering har volymer specificerats för varje centimeter inom det sågbara intervallet för Kastet, Skinnskatteberg och Nyby, det vill säga från 14cm i topp och uppåt.

På grund av att viss information kan anses vara affärshemligheter är det inte alltid möjligt att se all information eller härleda informationen till ett visst geografiskt område. Korsnäs Skog kontaktades för att få information om stocknotor med geografisk härledning. Korsnäs Skog har endast levererat direkt till Setra under 2009 varför stocknotor och volymer från 2009 användes. För att skapa så representativa fördelningsmallar som möjligt användes stocknotor från Mellanskog som kunde härleds specifikt till respektive församling via en intern-nr karta. Ett intern-nr är en sifferkombination som kan användas att söka på specifika leveranser från en leverantör i datasystemet i VIOL. Genom att söka på en Mellanskog leverans i VIOL med ett definierat intern-nr erhöles en stocknota för alla leveranser från just det produktionsområdet. I produktionsområdet ingår sedan ett antal församlingar vilket framgår av intern-nr kartan. Stocknotor från Mellanskogs centrala köp användes även och för att kunna veta hur stor andel

som dessa leveranser stått för jämfördes volymer från viol systemet och ProClarity. Leveranser från 2008 och 2009 användes även här för att ta fram genomsnittliga stocknotor på Mellanskogs volymer. På så vis kunde stocknotor viktas ihop efter genomsnitt samt relativ tyngd och en fördelningsmall som ansågs tillräckligt skarp kunde skapas. Eftersom Sveaskog nord levererat på ett annat intern-nr än Sveaskog syd kunde en stocknota fås fram från VIOL och därmed kunde en fördelningsmall för dessa volymer skapas utan att kontakta Sveaskog. Tillsammans utgjorde dessa fördelningar den mall som användes i lp-modellen.

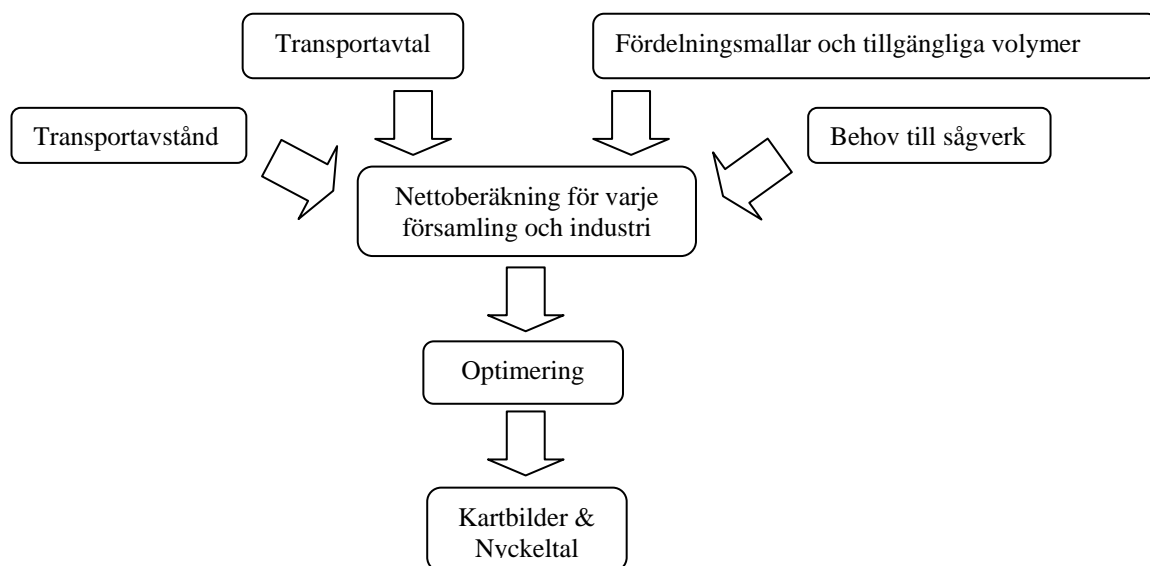
5.2 LP-optimering av skogstransporter

En LP-modell för logistikproblem inom skogsindustrin kan användas till många olika problemställningar och som stöd i strategiskt arbete. Örtendahl (2001) konstruerade en modell för analys av massavedsflöden som används av Norra skogsägarna för att värdera hur olika faktorer påverkar lönsamheten och hur optimal destineringsplan kan se ut. I modellen finns uppgifter om transportpriser, virkesavtal mot industrier och tillgängliga volymer per sortiment och geografiskt område. Användaren kan sedan lägga in ett nytt pris på transporter eller ett nytt avtal på virke och modellen räknar fram den industri där det totala nettot blir högst för varje sbo.

Resultatet i Örtendahls (2001) undersökning visar att vinstpotentialen ökar då tidsperioden för optimeringen blir längre. Idag används LP-modeller i de planeringsfaserna i skogsbruket bland annat av StoraEnso (pers. med Örtendahl, 2010) och Skogsägarna i mellansverige (Skogsägarna, 2009). Tidigare har Skogforsk gjort ett antal studier om optimering av skogstransporter med verktyget Flow-Opt (Skogforsk, 2010) och resultatet visar att besparingspotential finns.

5.3 Linjärprogrammering

Linjär-optimering bygger på att en funktion av ett antal valbara variabler skall minimeras. I detta fall har transportkostnaden per m³f och tillgången i m³f per grupp-sortiment och församling varit statiska. Modellen har sedan fått styra hur varje volym på församlingsnivå och sortimentsnivå skall fördelas till sågverken så att transportkostnaden minimeras. Modellen konstruerades i Excel därför att det är ett lämpligt program och används vedertaget. Se Figur 19 för beskrivning av modellens beräkningsgång.



Figur 19. Figur som beskriver hur optimeringsmodellen fungerar.(egen Figur)

5.3.1 Transportkostnadsmatris

För att få fram transportkostnaden per kubik från respektive församling har svenska nationella vägdaten använts för avståndsberäkningen mellan församling och sågverk. Genom att multiplicera en transportkostnadsformel med avstånden erhöles en matris med transportkostnader per m³f från alla församlingar till de tre sågverken.

$$22+(0,55*km)$$

Transportformel som används för beräkning av kostnadsmatris (SEK/m³f)

5.3.2 Flödesmatris

Genom att dela upp volymerna för varje församling med hjälp av de olika fördelningsmallarna kunde volymer för sortiment skapas på församlingsnivå. Dessa volymer var sedan valbara i flödesmatrisen där modellen valde optimalt antal kubik från varje församling och sortiment och destinerade detta till sågverken. Tidsperioden för optimeringarna sattes till 1 år. Behovsrestriktioner för varje sågverk styrde volymerna och optimala delningsdiametern utifrån förutsättningar som gällde för varje körning.

5.3.3 Beräkningar i modellen

Transportavtalet som lagts in i avståndsmatrisen beräknar kostnaden för att transportera volymerna från en församling till alla tre sågverk. Modellen utför sedan nettoberäkningar för alla möjliga kombinationer. Totalt fanns det 2097 valbara celler i flödesmatrisen och ett tillägsprogram, Risk Solver Platform, för excel med 8000 valbara celler användes för att klara det stora antalet beräkningar.

Detta tillägsprogram gör sedan optimeringen av flödet utifrån tillgången och transportkostnaden från respektive församling så att behovsrestriktionerna för sågverken uppfylls.

5.3.4 Beräkning av transportkostnad för 2009

Genom att ta fram levererade volymer för varje församling från Mellanskog och Korsnäs Skog till respektive sågverk kunde dessa volymer belastas med samma transportkostnad som i optimeringsmodellen och en kostnadsbild för år 2009 kunde tas fram. Denna kostnadsbild är beräknad på precis samma sätt som kostnader i optimeringsmodellen och därför jämförbara. Detta resultat används för att beskriva och jämföra verkliga transporter med optimala transporter samt att finna potentialen i optimeringsmodellen.

5.3.5 Analys av optimeringsresultat

Eftersom modellen är enkel och inte innefattar Arcview eller någon annan mjukvara för kartbehandling krävdes det ytterligare bearbetning vid analysen av resultat. Modellen beskriver endast hur stora volymer som skall tas från varje församling och delningsdiameter vilket resulterat i efterbehandling av resultat för att få en geografisk bild av optimeringsresultat. Nyckeltal som totalkostnad per m³f samt kostnad per m³f för varje enskilt sågverk erhöles vid varje enskild optimering. För att kunna svara på frågan om hur Setra och deras råvaruleverantörer bäst skall destinerade och dela timmer skapades kartor där tydliga gränser för destinerade av det grövre timret. Kartor som beskriver vilken delningsdiameter som skall råda för respektive församling skapades. Dessa kartor tjänar som rekommendationer för att minimera transportkostnaden och optimera flödesplaneringen.

5.4 Scenarios

Optimeringen omfattar fyra olika scenarier. Dessa scenarios förändrar förutsättningarna för modellen att arbeta med och ska ge en bild av vad som händer med transportkostnader, destinerings- och delningsdiameter då mer virke blir tillgängligt att skicka till alla sågverken oberoende av specialisering mot antingen klint eller grovt timmer. Då storlek på fönstret blir större eller mindre så ökar eller minskar möjligheterna att styra över hur stora volymerna i sortimenten *grovt* eller *klint* skall vara. Fönstervolymerna är således fördelningsbara till antingen grovt eller klint sortiment.

- *Scenario standardfönster* står för verkligheten som den ser ut idag. Kastet sågar idag upp till 23,99cm i topp och Nyby samt Skinnskatteberg ner till 19cm i topp. *Scenario standardfönster* innebär att "fönstret" i stocknotan ligger mellan 18,99 cm och 23,99cm och dessa förutsättningar jobbar Setra Råvara i dagens läge efter. Detta scenario ger modellen de snävaste marginalerna att optimera inom. Volymerna som är tillgängliga att skicka till alla tre sågverk är därmed minst i förhållande till de övriga scenarios. Transporterna är i detta fall totalt sett dyrast eftersom en större specialisering finns på sågverken.
- I *scenario +1cm* är fönstret öppnat 1cm och ligger nu i intervallet 18,99- 24,99cm. Öppnandet sker alltså uppåt vilket i praktiken innebär att Kastet gått upp 1cm i diameter på stockar som de sågar. Detta får givetvis effekter på effektivitet och utbyte med denna undersökning omfattar ej denna påverkan.
- I *Scenario +2cm* har fönstret öppnats ytterligare 1 cm och det intervall där timmer kan sågas vid alla sågverk ligger nu mellan 18,99- 25,99cm. Kastet sågar nu ännu grövre timmer.
- I *scenario öppet fönster* har fönstret öppnats helt och alla sågverk får stockar i alla dimensioner. I detta scenario existera inte sortimenten klint eller grovt.

Orsaken till att fönstret öppnats successivt är att studera hur detta påverkar virkesfångsområden, kostnader samt tillgång på råvara för de olika sågverken.

Val av scenarios kan verka underligt och då fönstret öppnas endast 1cm i taget och endast uppåt. Detta val har gjorts baserat på beställaren Setras begäran. Orsaken till att fönstret endast öppnats uppåt är att det råder brist på råvara som Kastet sågar och därmed ger en öppning av fönstret nedåt ingen effekt för Kastet varför detta alternativ utelämnats.

Valet att endast öppna fönstret med 1cm i taget beror på att dessa åtgärder i "fönster" ger effekter på sågverkens effektivitet. De får större eller mindre stockar än normalt vilket sågverken inte är anpassade för och 1-2cm gör stor skillnad. Att öppna "fönstret" ytterligare utöver de 2cm som redan gjorts får heller inte lika stor effekt på ökade fördelningsbara volymer då en stocknota oftast är normalfördelad (se Figur 2) och volymeffekten hela tiden blir lägre om man gör öppnar fönstret uppåt.

5.5 Behov och volymer i modellen

I optimeringsmodellen är den totala tillgången på råvara **652 000 m³f** talltimmer.

Basbehoven för sågverken har satts utefter önskemål från Setra. Följande industriers behov har använts som *basbehov*.

- Kastet **181 000 m³f**
- Nyby **337 000 m³f**
- Skinnskatteberg **134 000 m³f**

5.6 Känslighetsanalys

För att ytterligare erhålla beslutsunderlag om transportkostnader för optimal virkesförsörjning har en känslighetsanalys utförts. Behoven av råvara har ökats utan att den totala tillgången på furutimmer för Setra förändrats. I analysen har således de andra sågverken tvingats minska behoven då behoven ökat på det första. Denna känslighetsanalys har utförts för alla scenarios för att studera hur kostnaderna förändrats både totalt sett men även individuellt för varje sågverk. Kastets råvarubehov har ökats med 5 000 m³f i taget från ca 181 000 m³f till ca 231 000m³f. Som jämförelse har även samma körningar gjorts för ett ökat behov vid Nyby sågverk med 5000 m³f från 337 000 m³f till 387 000 m³f. Även Skinnskattebergs behov har ökats från 134 000 m³f till 184 000 m³f för att göra det möjligt att jämföra alla tre sågverken med varandra.

6. Resultat

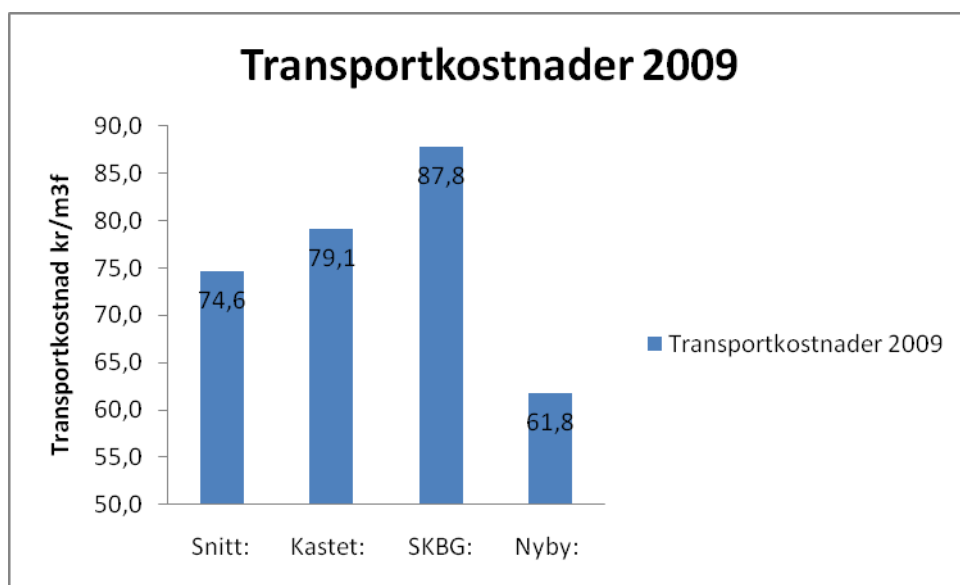
I avsnitt 6.1 presenteras en genomgång av beräknade transportkostnader för år 2009 totalt för alla sågverken samt för sågverken var för sig.

Resultatet av optimeringar beskrivs nedan som kartbilder där gränser visar destinering (fångstområden) och delningsdiameter för respektive område. Ett sågverks fångstområde visar varifrån det tar sitt timmer ifrån. Kostnadsbilder för varje scenario presenteras även samt en tolkning av kartbilder och diagram. Resultatet är uppdelat i *baskörningar* i avsnitt 6.2 som ligger till grund för optimala fångstområden och delningsdiameter samt en del där en *känslighetsanalys* i avsnitt 6.3 är gjord med ökade behov på respektive sågverk som utgångspunkt.

6.1 Kostnadsbild för transporter 2009

Under år 2009 har ca 465 000 m³f levererats fördelat på ca 307 000 m³f från Mellanskog, 133 000m³f från Korsnäs Skog samt ca 25 000m³f från Sveaskog Nord. Av dessa har ca 143 000 m³f levererats till Kastet, 188 000 m³f till Nyby och 134 000 m³f till Skinnskatteberg.

Detta material används som referensmaterial för att kunna jämföra verkliga transporter med resultatet från optimeringarna. Inga delningsdiameterar eller fångstområden för sågverken från år 2009 har tagits fram på grund av bristfällig information.



Figur 20. Transportkostnaden SEK/m³f för transporter av råvara under 2009 för alla tre sågverk samt totalt snitt.

Resultatet som åskådliggörs i Figur 20 ovan, visar att Skinnskatteberg har högst kostnad per m³f för leveranser från Korsnäs Skog och Mellanskog under år 2009. Nyby hade lägst kostnader för transport av råvara och Kastet placerar sig i mitten. Jämfört med scenarierna i optimeringsmodellen har det under 2009 levererats klen timmer till Nyby vilket optimeringsmodellen ej tillåter. Den totala transportkostnaden för dessa volymer hamnar på ca 34,7 miljoner SEK.

6.2 Resultat Baskörningar

Resultatet i detta avsnitt är baserat på optimeringar där behoven av råvara för varje sågverk hållits konstanta och det enda som varierats är storleken på "fönstret". På så sätt har större volymer gjorts tillgängliga för modellen att fritt fördela optimalt. Ett öppnande av "fönstret" har lett till förändringar i optimala fångstområden, optimala delningsdiameter och totalt sett sänkta transportkostnader jämfört med verkliga transporter år 2009 och övriga optimerings scenarios.

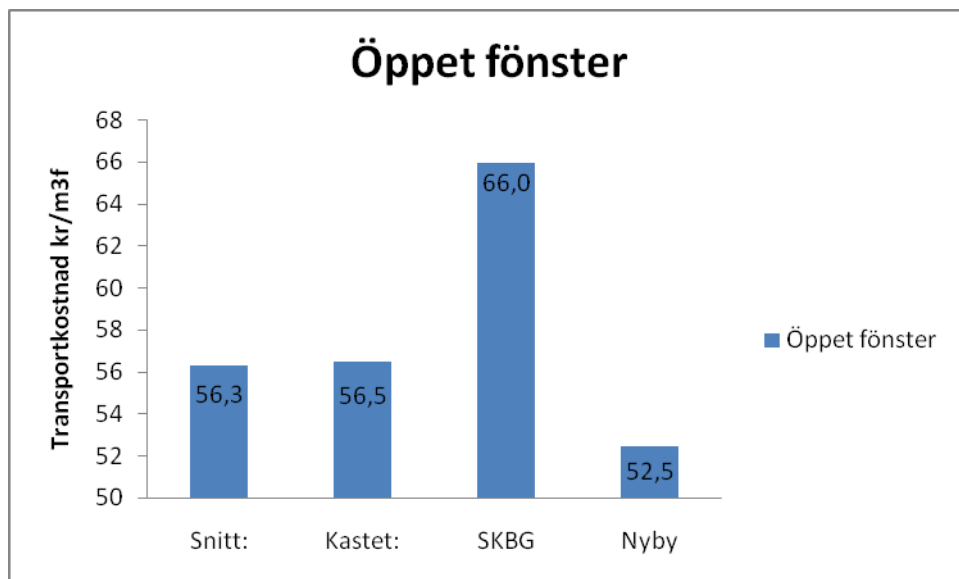
6.2.1 Scenario Öppet fönster

I detta avsnitt redovisas resultatet av optimeringar med *öppet fönster*. Det innebär att alla sågverk tillåts ta emot alla typer av talltimmer, både klen och grovt. Detta scenario är det med de lättaste restriktionerna, dvs. störst frihet för modellen och därmed de lägsta kostnaderna.



Figur 21. Optimal destinerings(fångstområden) av timmer då fönstret öppnas helt. Område 1. beskriver fångstområde för Kastet. Området 2. beskriver fångstområde för Skinnkatteberg. Området 3. beskriver fångstområde för Nyby.

Figur 21. visar fångstområde för sågverken om dessa ej skulle vara specialiserade mot antingen klint eller grovt timmer. Område 1, visar hur fångstområdet skulle se ut för Kastet om detta sågverk sågade alla dimensioner. Område 3, visar hur Nybys fångstområde skulle se ut vid sågning av alla dimensioner och område 2, visar Skinnskattebergs fångstområde vid sågning av alla dimensioner. Fångstområdenas storlek skiljer sig dels på grund utav att behoven och dels beroende på att tillgången på råvara är olika fördelat över geografien. Östra delen av hela råvaruområdet är väldigt ”tung” på volymer vilket leder till att Nyby och Kastet får relativt små fångstområden trots de relativt stora behoven. Att området anses vara ”tungt” på råvara innebär att det finns, relativt övriga råvaruområdet, mycket stor andel av volymerna i just detta område.

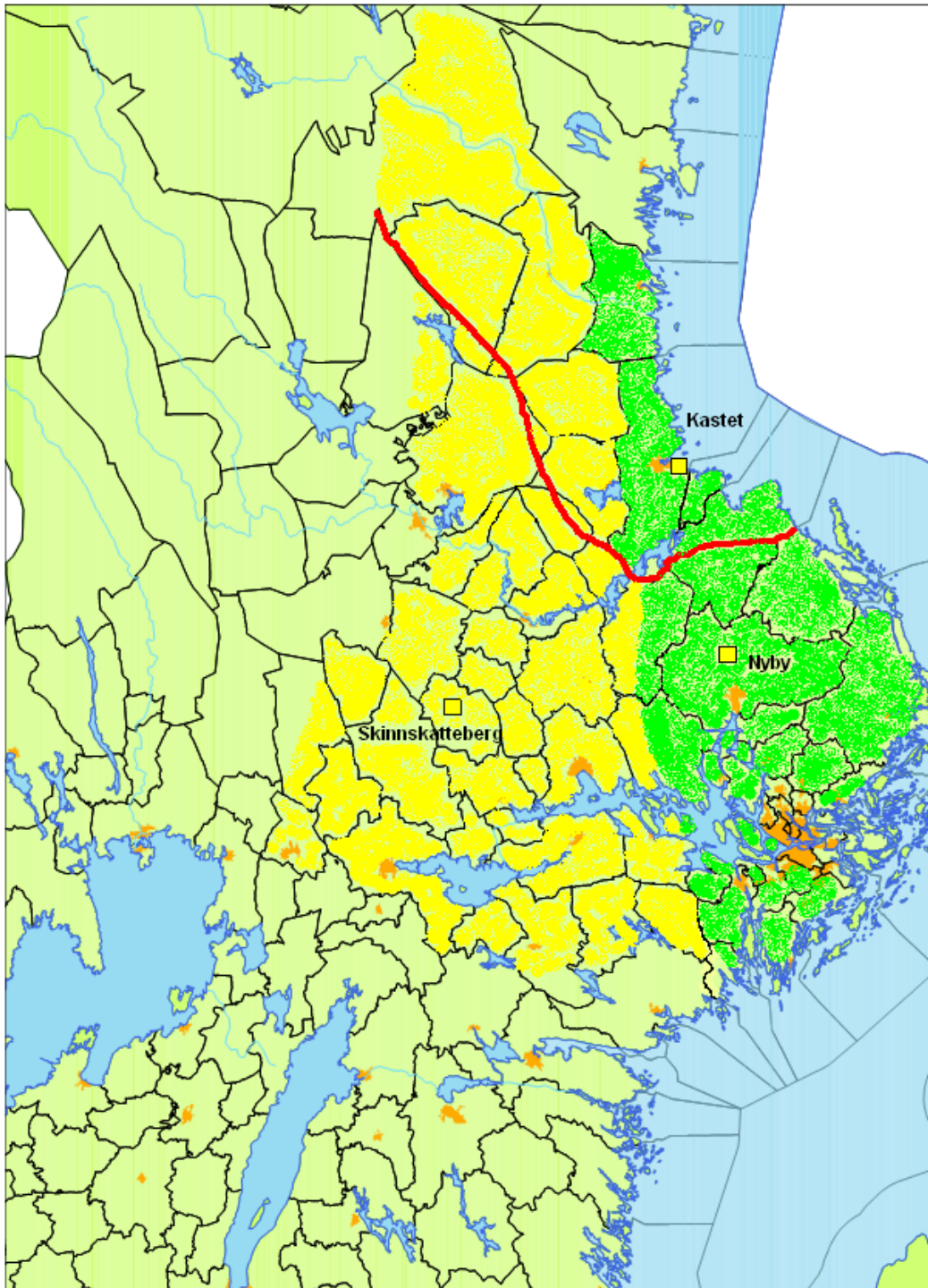


Figur 22. Diagram där kostnaden för all tre sågverk och snitt visas för Öppet fönster.

Transportkostnaderna då fönstret är helt öppet blir de lägsta i studien eftersom störst frihet ges för optimeringsmodellen att möta behoven för sågverken. Snittkostnaden för alla sågverk ligger på 56,3 SEK/m³f. Nyby har den lägsta kostnaden med 52,5 SEK/m³f följt av Kastet på 56,6 SEK/m³f. Skinnskatteberg har den högsta kostnaden på 66 SEK/m³f för transport av råvara och detta kan styrkas av att studera Skinnskattebergs fångstområde i Figur 21. som är större än de två andra sågverkens fångstområde vilket ger ett längre medeltransportavstånd och därmed högre kostnader. Här kan konstateras att Kastet och Nyby ligger bättre placerade än Skinnskatteberg, sett till den råvarugeografi som använts i undersökningen.

6.2.2 Scenario Standardfönster

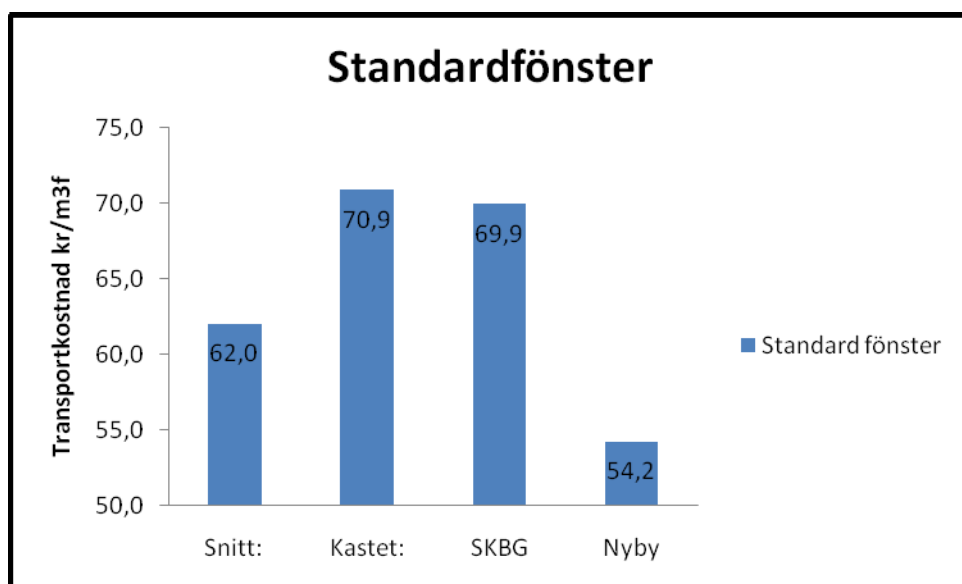
Fönsterdimensioner från 19-24 cm. Möjligheten att styra över volymerna i sortimenten grovt eller klen är de snävaste i studien och detta scenario har de strängaste restriktionerna, dvs. minst frihet för optimeringsmodellen.



Figur 23. Området ovanför den röda gränslinjen visar delningsdiameter vid 24cm. Området nedanför den röda gränslinjen visar optimal delningsdiameter vid 19cm. I hela råvaruområdet destinerar klen timmer till Kastet och grovt går till Nyby och Skinnskatteberg. Gröna områden visar destinerar till Nyby och gula områden destinerar av grovt timmer till Skinnskatteberg.

När timret avverkas och delas upp kan delningsdimensionen ändras inom fönstret beroende på behovet av volym i sortimentet *klent* eller *grovt*. Standardfönstret som används för tillfället är resultatet av Bergslagskonceptet som startades 2003.

Resultatet av optimeringarna med *standardfönster* som utgångspunkt redovisas i Figur 23. Ovanför den röda gränslinjen tar Nyby grovt timmer i gröna områden och Skinnskatteberg grovt timmer i de gula områdena. Detta innebär att den optimala delningsdiametern för det övre området är 24cm, vilket innebär att allt timmer upp till 24cm i diameter skall levereras till Kastet. Optimal delningsdiameter för det nedre området är 19cm och i detta område körs grovt timmer från de gröna områdena till Nyby och timmer från de gula områdena till Skinnskatteberg. Kastet fångar klent timmer i hela området men volymerna är större i områden med delningsdiameter 24cm. Nyby och skinnskatteberg får större volymer grovt timmer från områden med delningsdiameter 19cm.



Figur 24. Diagram visar transportkostnaden per m³f i scenario standardfönster.

De ekonomiska utfallet av optimeringen visas i Figur 24. Här kan utskiljas tydliga skillnader i transportkostnader per m³f för de tre sågverken. Kastet ligger högst med en kostnad på 70,9 SEK/m³f, Skinnskatteberg på ca 69,9 SEK/m³f och Nyby klart lägst med en kostnad på 54,2 SEK/m³f. Snittet för alla tre sågverken är 62,0 SEK/m³f.

Kostnadsbilden för sågverken i scenariot med *standardfönster* ser ut som den gör förklaras av skillnader i behov, sortiment och geografisk tillgång på råvara. Resultatet visar att Nyby trots sitt stora behov har lägst transportkostnad för råvara i scenario med *standardfönster*. Denna skillnad i transportkostnader kan delvis förklaras genom att studera storleken på fångstområden i Figur nr 23. Ett större fångstområde medför ett längre medeltransportavstånd och därmed en högre transportkostnad.

Fångstområdet för Nyby är betydligt mindre än för Skinnskatteberg trots samma sortiment och det faktum att Nyby har över dubbelt så stort behov som Skinnskatteberg går helt och hållet att hänföra till den geografiska skillnaden i tillgång på råvara för leverantörerna i studien. Områden från Heby kommun, Enköping kommun och österut står för stora timmerflöden mot Setra.

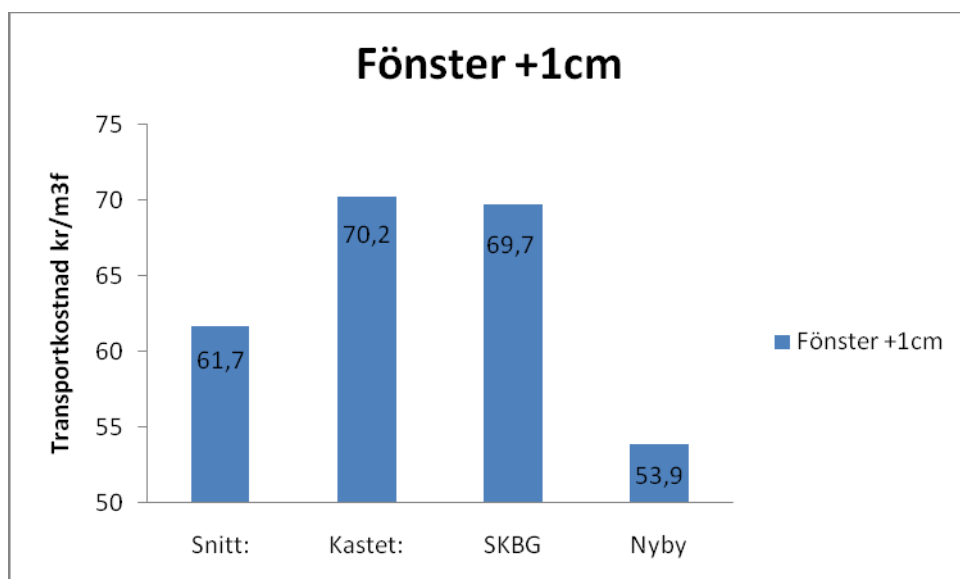
Kastet får ett stort fångstområde därför att detta sågverk är det enda i studien som sågar sortimentet klint timmer. Därmed får Kastet långa transportavstånd för råvara trots att de ligger relativt bra i råvarugeografien. Kostnaden ser därför ut att vara hög även för Kastet och detta trots att leverantörerna i denna studie, Mellanskog och Korsnäs har stora råvarutillgångar runt Kastet.

Att snittkostnaden totalt för alla sågverk blir så pass låg beror på att Nyby står för ca hela 52 procent behovet av råvara i optimeringsmodellen och Kastet och Skinnskatteberg med dyrare transportkostnader tillsammans endast står för ca 48 procent av behovet.

Den totala transportkostnaden för att försörja dessa sågverk med virke hamnar på drygt **40,4 miljoner** SEK i scenariot med *standardfönster*. Noterbart är att scenariot med *standardfönster* har de hårdaste restriktionerna då fönstervolymen som är valfri för modellen att transportera är lägst jämfört med övriga scenarier.

5.2.3 Scenario fönster +1cm

Fönsterdimensioner från 19- 25 cm.



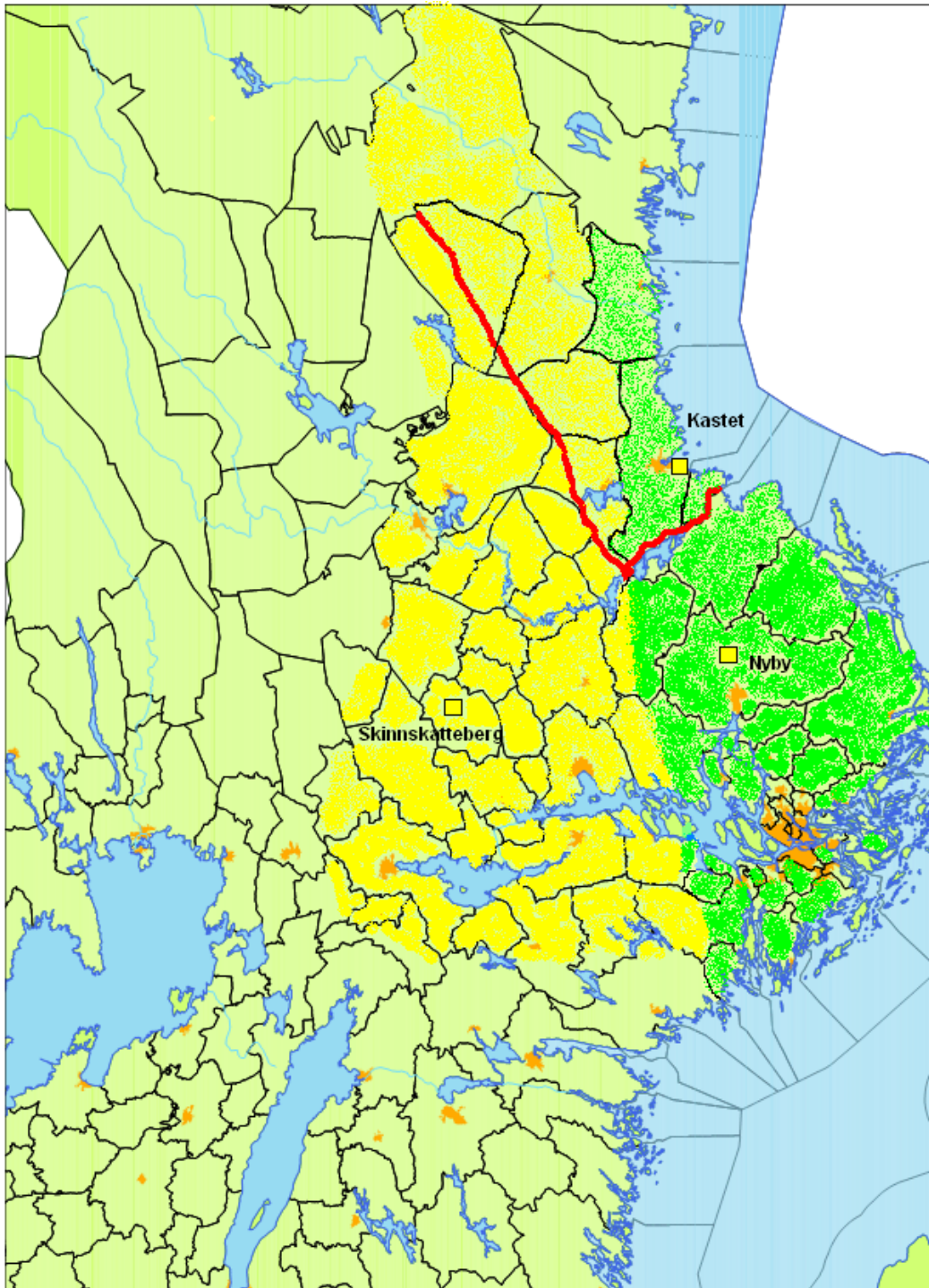
Figur 25. Diagrammet visar transportkostnader per m³ fördelat per sågverk och även snitt totalt för alla sågverk vid fönster +1cm.

Då fönstret i scenario +1cm öppnats 1cm har betydligt större volymer som har möjlighet att levereras till valfritt sågverk tillkommit. Detta har medfört att kostnaderna, se Figur 25, för Kastet sjunkit från ca 70,9 SEK/m³f till 70,2 SEK/m³f, med ca 1 procent. Även Skinnskatteberg har fått sänkta transportkostnader för timmer då denna sjunkit från 69,9 SEK/m³f till 69,7 SEK/m³f eller 0,2 procent. För Nyby har kostnaderna sjunkit med ca 0,5 procent från 54,2 SEK/m³f till 53,9 SEK/m³f.

Den totala snittkostnaden har sjunkit med ca 0,5 procent från 62 SEK/m³f till 61,7 SEK/m³f vilket kan tyckas lite men räknat i kronor blir det ändå en summa på knappt 200 000 SEK. Här kan även noteras att det sågverk som tjänat mest på en utvidgning av fönstret med 1cm är Kastet som får lägre kostnad för att råvarutransport medan Skinnskatteberg och Nyby knappt sänkt sina kostnader över huvud taget. Vad gäller fångstområden och delningsdiameter har endast små och geografiskt obetydliga förändringar skett varför ingen kartbild presenteras.

6.2.4 Scenario fönster +2cm

Fönsterdimensioner från 19-26 cm.



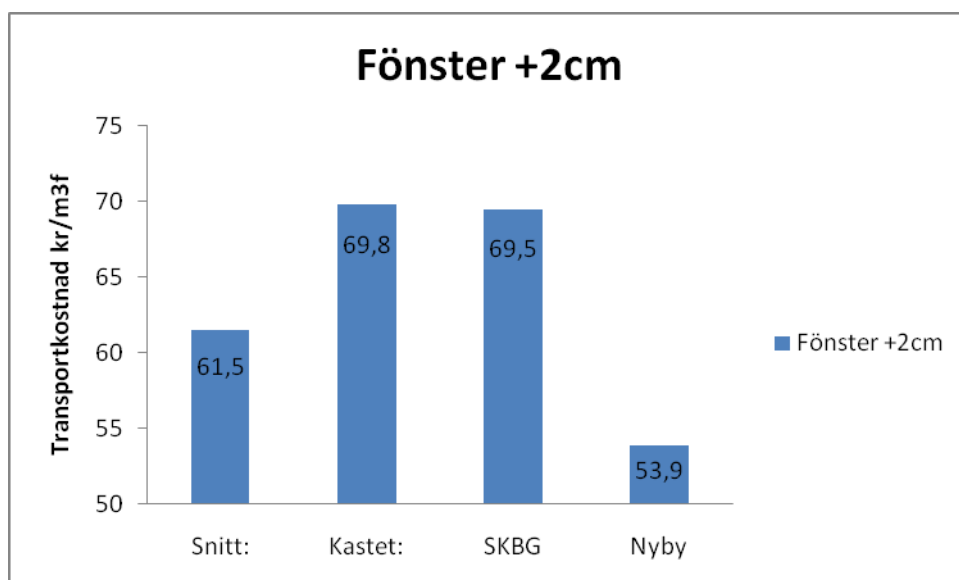
Figur 26. Området ovanför den röda gränslinjen visar delningsdiameter vid 26cm. Området nedanför den röda linjen visar delningsdiameter vid 19cm. I hela råvaruområdet destinerar klen timmer till Kastet och grovt går till Nyby och Skinnskatteberg. Gröna områden visar destinering till Nyby och gula områden destinering av grovt timmer till Skinnskatteberg.

Resultatet av optimering av scenario +2cm visas i Figur 26. Norr om den röda linjen skall delningsdiameter vara 26cm och söder om den röda linjen 19cm. Gröna området beskriver

Nybys fångstområde och gula områden beskriver Skinnskattebergs fångstområde. Kastet får klen timmer levererat från hela området. Kastet får större andel klen timmer i områden med delningsdiameter 26cm samtidigt som Nyby och Skinnskatteberg får större andel grovt timmer i områden med delningsdiameter 19cm. Fönstret har nu öppnats ytterligare 1 cm jämfört med föregående scenario vilket innebär att Kastet kan få ytterligare 1cm grövre virke och restriktionerna för modellen har lättat ytterligare vilket gjort att kostnaderna sjunkit. Detta har medfört att delningsdiametern för varje församling har förändrats något jämfört med både scenario *standardfönster* och *scenario +1cm*.

Gränsen för delningsdiameter 19 cm har förskjutits längre mot nord och nordöstlig riktning. Skinnskatteberg fångar mer råvara närmare sågverket men har även fått öka sitt upptagningsområde vilket resulterat i att kostnaden för transport ej påverkats nämnvärt. Nyby fångar även de en större del av sin råvara närmare sågverket och detta sker eftersom även Kastet fångar mer av sin råvara närmare sågverket då större volymer klen blir tillgängliga närmare sågverket.

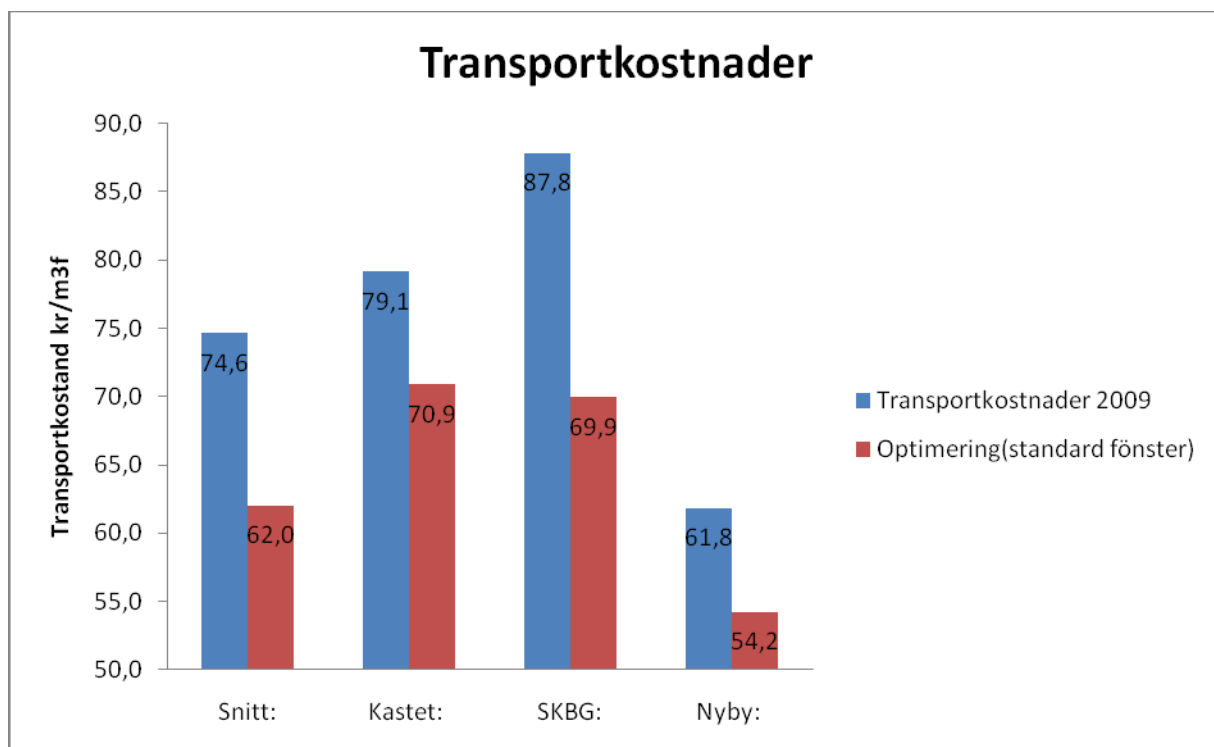
En tendens kan, i Figur 26, konstateras att fångstområdenas utbredning går mot det utseende som scenario *öppet fönster* (Figur 21.) genererat vilket är rimligt då förutsättningarna liknar de i scenario *öppet fönster* mer och mer då fönstret utvidgas med en och två cm.



Figur 27. Diagrammet visar transportkostnader för varje sågverk och snitt för alla sågverken totalt vid fönster +2cm.

Kostnaderna för detta scenario fortsätter sjunka jämfört med de två tidigare scenarios, snittkostnaderna har totalt nu sjunkit med 326 000 SEK jämfört med *standardfönster*. Kastet och Skinnskatteberg fortsätter att sjunka en aning medan Nyby är oförändrad. Återigen kan detta kopplas till den geografiska fördelningen av råvara. Samtidigt kan konstateras att Nybys kostnadsbild för råvarutransporterna inte påverkas speciellt mycket av dessa förändringar i fönsterstorlek.

6.2.5 Jämförelser av kostnader med standardfönster mot 2009 års transporter



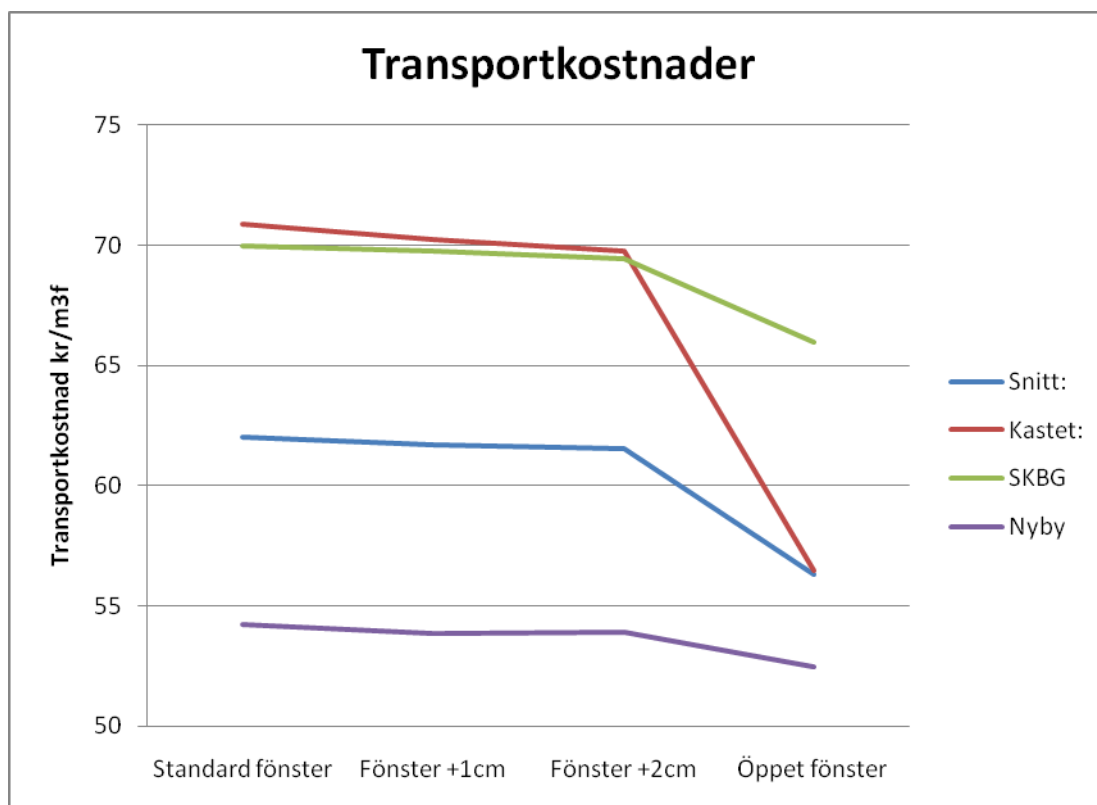
Figur 28. Diagrammet ovan visar resultatet av optimering i standardfönster med transportkostnaden per m³f för alla sågverken jämfört med verkliga transportkostnader för varje sågverk år 2009.

Om timmer destinerats enligt optimeringsmodellen kan en kostnadsbesparing på ca 17 procent per m³f eller på 12,60 SEK/m³f erhållas jämfört med hur transporter utförts under 2009.

Om volymerna under 2009 varit lika höga som i modellen skulle det optimerade resultatet kunna innebära en minskning av kostnaderna med ca 8,2 miljoner SEK på årsbasis.

Räknat på volymerna som levererades för år 2009 skulle samma procentuella besparing generera en minskning av transportkostnaderna med ca 5,9 miljoner SEK.

6.2.6 Sammanfattning, resultat av optimeringar med basbehov



Figur 29. Diagrammet ovan visar resultatet av optimering med transportkostnaden per m³f för alla sågverken och alla fyra scenarios.

Då fönster öppnas blir den volym som är möjlig att styra timmer till valfritt sågverk större. Detta medför att flödet kan optimeras mer och transportkostnaderna minskas. Detta kan studeras i diagrammet ovan (Figur 29) där man ser en fallande trend för den gemensamma transportkostnaden för alla sågverk (snitt) då fönstret öppnas mer för varje scenario. Man kan även se att ett öppnande av fönstret inte påverkar transportkostnaden nämnvärt för Nyby trots dess stora behov medan det påverkar de övriga sågverken. Detta beror helt och hållet på att det finns så mycket råvara i närheten av Nyby. En annan slutsats kan vara att Kastet inte ligger speciellt fel råvarumässigt utan istället lider av att behöva fånga klent virke från så pass stort område och då fönstret öppnas och mer virke i sortimentet *klent* blir tillgängligt så sjunker Kastets transportkostnad direkt. Detta kan även ses i Figur 29 där Kastet hela tiden har den förhållandevis brantaste lutning på grafen jämfört med övriga sågverk då fönstret öppnas mer och mer.

Besparingen av att öppna fönstret med 2cm jämfört med *standardfönster* blir ca 326 000 SEK årligen och möjligheterna att enklare tillfredsställa Kastets behov ökar betydligt. Effekten av att över huvudtaget ha ett fönster och sortera upp timmer i *grovt* och *klent* mellan sågverken kan beräknas genom att studera skillnader mellan kostnaderna i scenario *standardfönster* och scenario *öppet fönster*. Differensen för de olika snittkostnaderna ligger på 5,70SEK +2SEK i sorteringskostnader för uppdelning i två sortiment. Totala kostnaden för detta blir då ca 5 miljoner årligen baserat på volymen 652 000m³f.

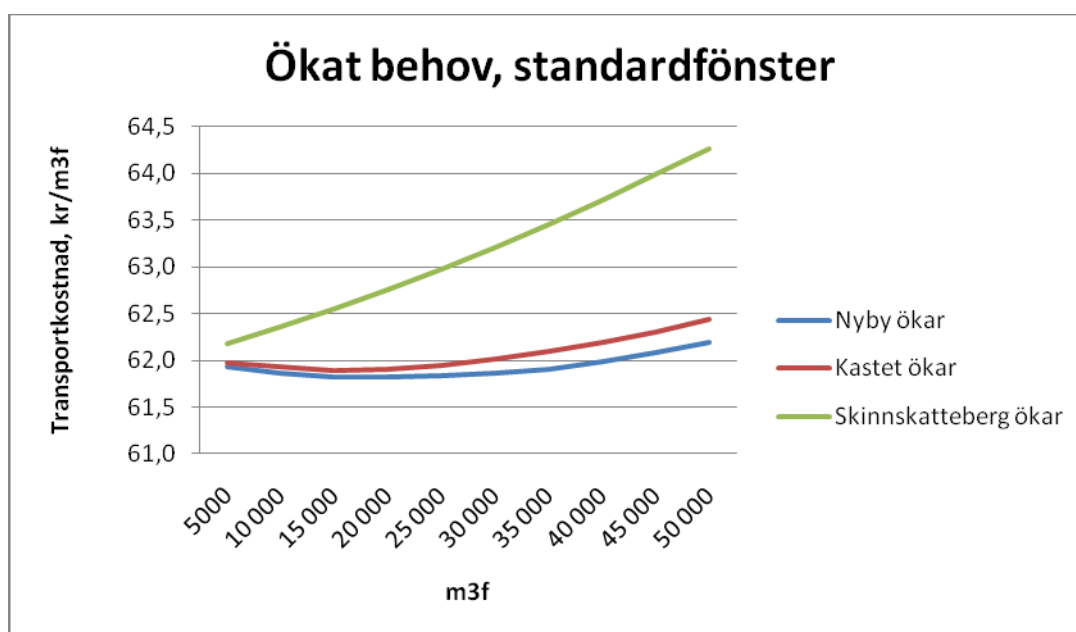
6.3 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys syftar till att jämföra hur eventuella produktionsökningar och därmed förändrade timmer behov skulle påverka transportkostnaderna. Analysen är uppbyggd så att ett sågverks behov har ökat utan att den totala tillgången på råvara ökat utan istället har de andra sågverken minskat sina behov. Detta innebär att de sågverk som inte ökar sina behov istället fått dra ned sina behov så att den totala tillgången på råvara inte behöver ökas.

Följande diagram visar på hur transportkostnaderna förändras då ”fönstret” utvidgats i de olika scenariorna. Körningar är gjorda för varje scenario och som jämförelse har även samma analys gjorts med utgångspunkt att Nyby och sedan Skinnskatteberg ökar sina behov med upptill 50 000 m³f extra från sitt ursprungliga behov samtidigt som de övriga minskar sina behov. Ett sågverk ökar behoven medan de två övriga minskar med motsvarande volym. De totala leveranserna uppgår fortfarande till 652 000 m³f och ändras ej. Snittkostnaderna per m³f och ökning i dessa, som anges i diagrammen i detta avsnitt skall belasta alla 652 000 m³f. I Bilaga 1 finns uträkningar och Tabeller med exakta siffror.

5.3.1 Ökade behov med standardfönster

Denna analys är baserad på att sågverken ökar sina behov och att *standardfönster* används.



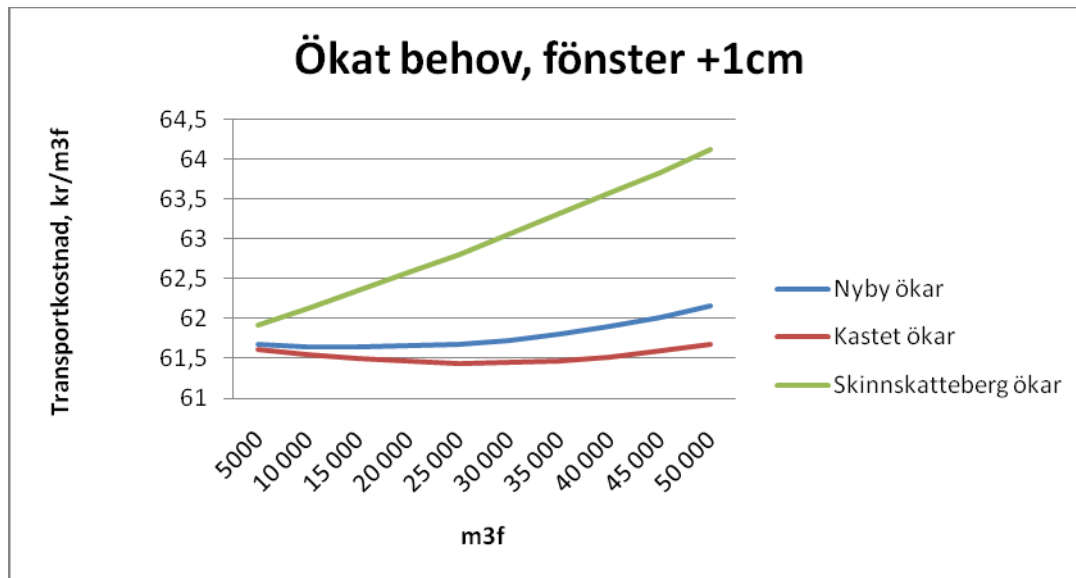
Figur 30. Transportkostnaden per m³f totalt för alla sågverken då behovet av råvara ökar för respektive sågverk i scenario med standardfönster.

Snittkostnaden vid basbehov och *standardfönster* låg på 62,0 SEK/m³f och används som referenssiffra. Går kostnaden över 62 SEK/m³f så blir det dyrare och omvänd effekt erhålls om kostnaden går under 62 SEK/m³f. Resultatet visar tydligt att det är relativt sett dyrast att öka Skinnskattebergs behov. Kostnaden för att öka Nybys eller Kastets behov utvecklar sig lika ju större ökningen är. Kostnaderna minskar faktiskt upp vid en ökning upptill 30 000 m³f då Nyby och Kastet ökar och där en ökning vid Nyby får större positiva effekter än en ökning vid Kastet. Ett annat viktigt resultat är att kostnaden totalt påverkas positivt om en ökning upptill 25 000 - 30 000 m³f sker vid Nyby eller Kastet.

Förutsatt att man omfördelar behoven med 50 000 m³f och ökar Skinnskattebergs behov stiger de totala kostnaderna med 2,26 SEK per m³f och ger en effekt på knappt 1,5 miljoner SEK jämfört med basbehoven som använts i optimeringsmodellen. Ökar man däremot med 50 000 m³f vid Kastet eller Nyby blir effekten endast 180 000 SEK för ökning vid Nyby och 280 000 SEK för ökning vid Kastet.

6.3.1 Ökade behov med fönster +1cm

Samma känslighetsanalys som i föregående fall med nu med en öppning av fönster på 1cm. Uträkningar och exakta siffror finns i Bilaga 1.



Figur 31. Diagrammet ovan visar transportkostnaden per m³f totalt för alla sågverken då behovet av råvara ökar för respektive sågverk i scenario med fönster +1cm.

Snittkostnaden med basbehov och fönster +1cm låg på 61,7 SEK/m³f och används som referens siffra. Går kostnaden över 61,7 SEK/m³f så blir det dyrare och omvänd effekt erhålls om kostnaden går under 61,7 SEK/m³f.

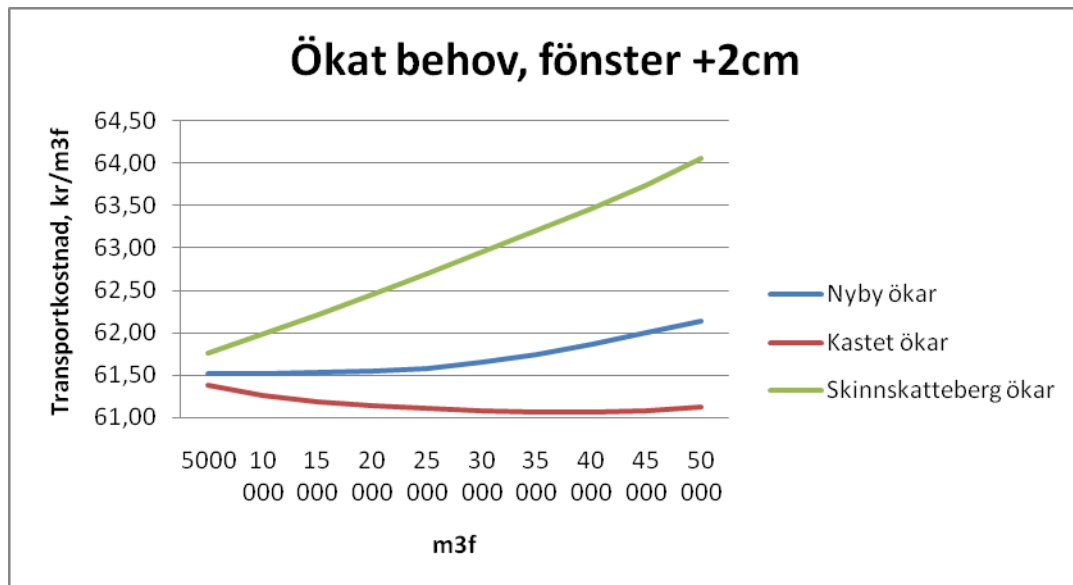
Kostnaden för att öka på Skinnskatteberg ser fortfarande lika ut och effekten blir en ökning av kostnaderna med knappt 1,6 miljoner för en ökning på 50 000 m³f vilket är ca 100 000 SEK mer än vid samma ökning men med scenario *standardfönster*.

Intressant i denna körning är att en ökning vid Nyby ej får någon positiv effekt. Den negativa effekten uteblir tills ökningen blir högre än 30 000 m³f. En ökning med 50 000 m³f kostar då knappt 300 000 jämfört med kostnad vid basbehov och fönster +1cm.

En ökning vid Kastet på runt 25 000 m³f får störst positiva effekt, en kostnadsminskning med knappt 170 000 SEK. En ökning med 50 000 m³f på Kastet får ingen kostnadseffekt alls.

6.3.2 Ökade behov med fönster +2cm

Samma känslighetsanalys som i föregående fall men nu med en öppning av fönster på 2cm. Uträkningar och exakta siffror finns i Bilaga 1.



Figur 32. Diagrammet ovan visar transportkostnaden per m³f totalt för alla sågverken då behovet av råvara ökar för respektive sågverk i scenario med fönster +2cm.

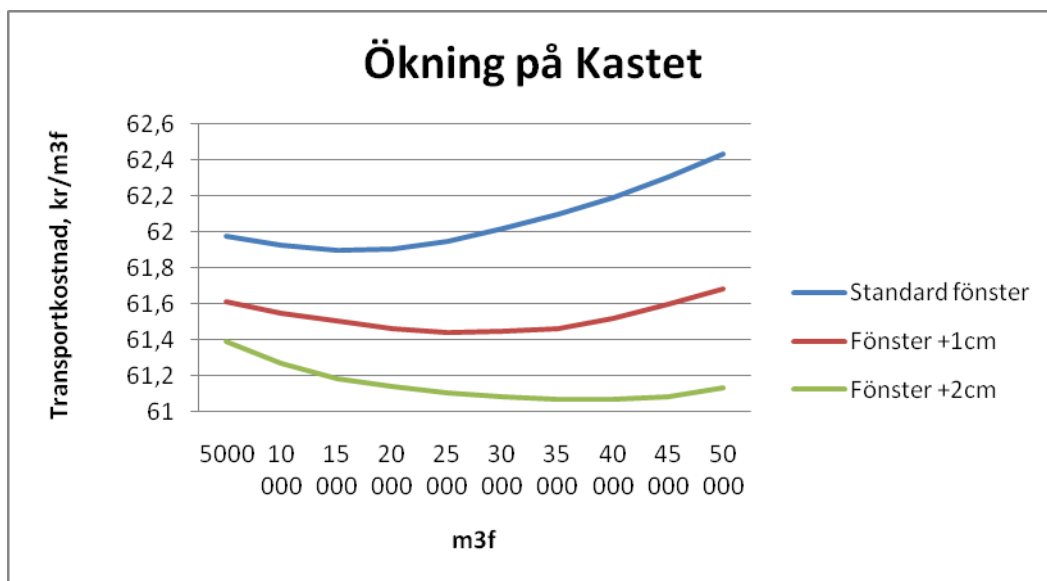
Transportkostnaden för att uppfylla basbehoven med fönster +2cm ligger på 61,50 SEK/m³f. Den kostnaden används som referens till känslighetsanalysen. Uträkningar och Tabeller med exakta siffror finns i Bilaga 1.

Kostnadsutvecklingen vid en ökning på Skinnskatteberg påverkas inte heller i detta scenario nämnvärt. Resultatet av en omfördelning av 50 000m³f mot Skinnskatteberg blir totalt ca 1,7 miljoner SEK dyrare jämfört med basbehov. En ökning på Nyby leder till kostnadsökningar oavsett storlek på ökning och den totala kostnaden för att leverera 50 000 m³f mer till Nyby hamnar på drygt 400 000 SEK. Intressant här är att en ökning av behoven på Kastet med 50 000 m³f leder till en besparing på ca 250 000 SEK.

6.3.3 Sammanfattning av känslighetsanalys

Diagrammet visar hur trenderna ser ut då behoven av råvara ökar för Kastet sågverk. Den tydliga trenden visar att en kapacitetsökning påverkar den totala kostnaden per m³f positivt om detta sker vid Kastet oavsett hur mycket fönstret öppnas. Däremot leder en produktionsökning vid Skinnskatteberg sågverk till att transportkostnaden totalt per m³f ökar för alla scenarios.

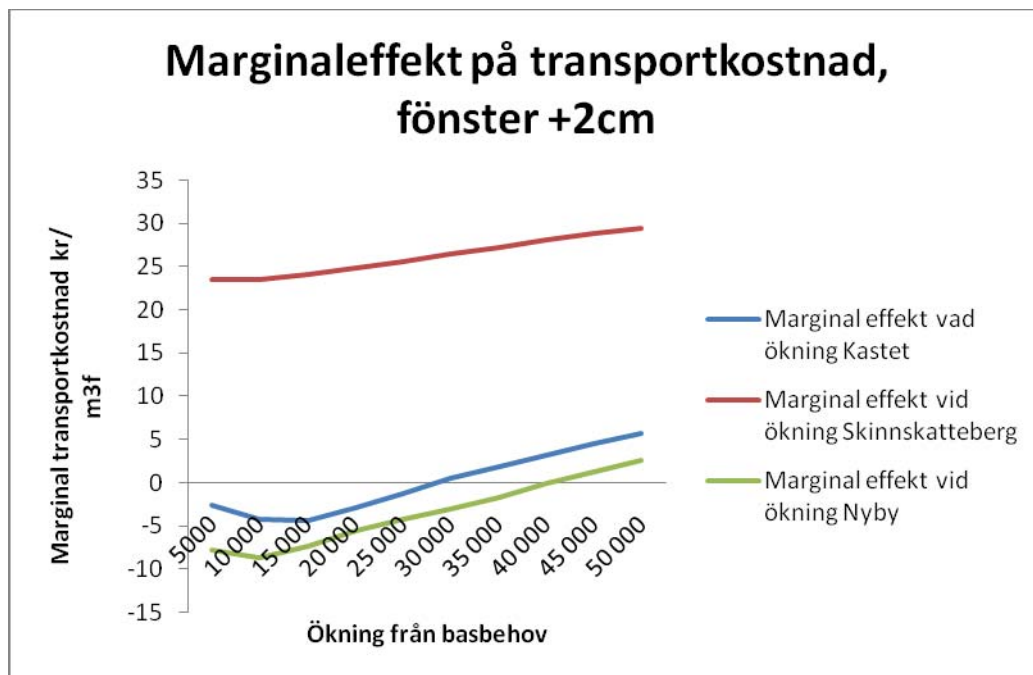
Transportkostnaden påverkas dock positivt och minskar för sågverken om restriktioner lättar, det vill säga att fönstret öppnas och mer sågbara volymer finns närmare respektive sågverk. Detta illustreras i diagrammet nedan av de vertikala skiftena nedåt för varje scenario. Samma vertikala skiften gällde för alla sågverken.



Figur 33. Diagrammet visar hur transportkostnaderna utvecklas totalt sett och skiftar av behovs ökningar på Kastet då fönstret öppnas med 1 och 2cm jämfört med standardfönster.

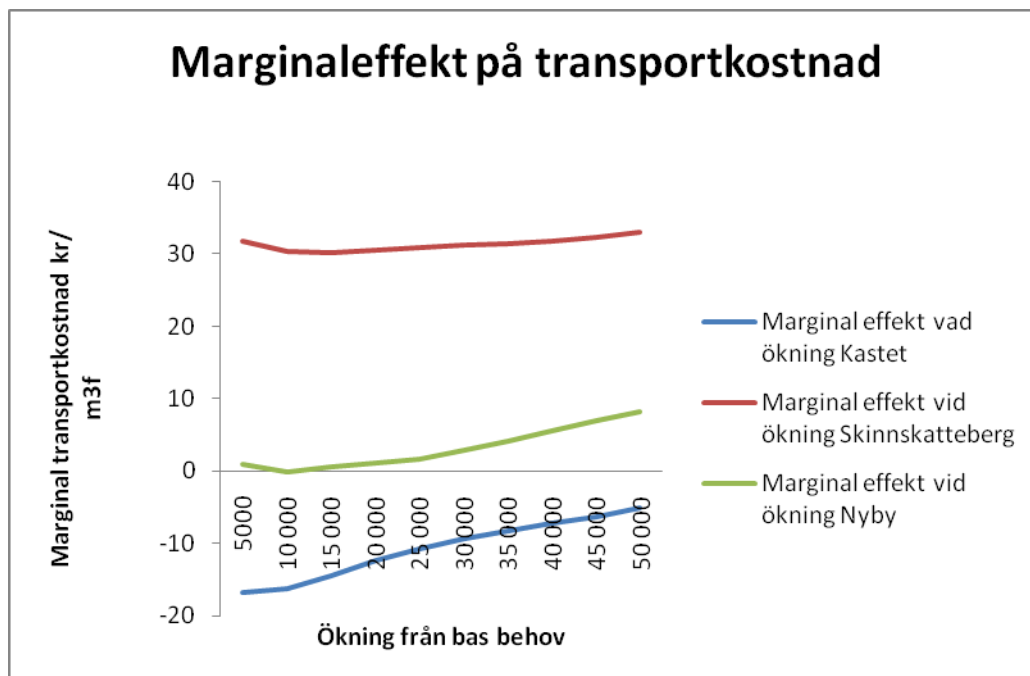
Ett sätt att beskriva effekten av hur en omfördelning av volymer är att studera hur det slår på marginalkostnaden. Med detta menas att exempelvis ett beslut att omfördela ett antal kubik får märkbara effekter trots att antalet omfördelade kubik är relativt litet. Då kan en uträkning göras där endast de omfördelade volymerna belastas med hela kostnadsökningen som omfördelningen bidrar med.

De två nedanstående diagrammen beskriver marginalkostnadseffekter av att ändra behoven för sågverken. Exakta siffror finns i Bilaga 2.



Figur 34. Diagrammet visar marginaleffekt på transportkostnad per m3f ökat behov för varje sågverk i scenario standardfönster.

I diagrammet ovan kan man tydligt se att margineffekten av att leverera mer volymer till Skinnskatteberg är stora. Detta kan vara ett bra beslutsunderlag då man av någon anledning kan tvingas omfördela volymer mellan sågverk. Resultatet visar att om valmöjlighet ges så ska en ökning av volymer från Korsnäs eller Mellanskog helst ske på Nyby eller Kastet. Annars får det kraftiga effekter på marginalen för just dessa volymer.



Figur 35. Diagrammet visar margineffekt på transportkostnad per m³f ökat behov vid varje sågverk för scenario fönster +2cm.

Om fönstret öppnas 2cm blir marginalkostnadsbilden förändrad. Skinnskatteberg har fortfarande höga marginalkostnader medan Nyby byter plats med Kastet som det mest fördelaktiga sågverket att öka volymen på. Effekterna initialt att öka vid Kastet är kraftiga och vinsterna stora. Om fönstret skulle vara +2cm så är en ökning på Kastet enda alternativet för att inte påverka totalkostnaderna negativt.

7. Diskussion

I detta stycke diskuteras resultatet och varför resultatet ser ut som det gör. Även rimligheten i resultat samt jämförelser med andra studier diskuteras.

Resultatet i denna undersökning gällande destinering och optimala delningsdiametrar visar att en skarp geografisk indelning ger de lägsta transportkostnaderna och att besparingspotential finns.

7.1 Optimeringsmodellen

7.1.1 Data

Optimeringsmodellen som används i undersökningen bygger helt och hållet på historiska data från SDC om leveranser från respektive församling (geografiskt område) och leverantör. Materialet har samlats in under en begränsad period och i vissa fall gjorts om för att bättre efterlikna verkligheten som den troligen kommer se ut 2010.

Orsaken till att data hämtats från 2008 och 2009 är att dessa bäst kan anses likna 2010.

Hade exempelvis data från traktbanker samt produktionsplanering från leverantörerna används hade en bättre bild av framtida tillgängliga volymer kunnat göras. Om data på fördelning per centimeterklass hade funnits tillgängligt för varje församling och leverantör, hade även det gett indata bättre kvalitet.

7.1.2 Användning

Arbetet med optimeringsmodellen och optimeringarna gjorda i denna studie har för avsikt att bistå ledningen på Setra Råvara med strategisk viktig information om hur olika beslut angående råvaruförsörjning påverkar flödet och transportkostnaderna. Resultatet skall användas för att ta fram destinering till industri för timmer som faller i en viss församling. Modellen skall även användas för att bestämma optimal delningsdiametern för den församlingen. Modellen är relativt enkel och det krävs en hel del efterbehandling av data vilket gör att modellen lämpar sig bäst för långsiktiga analyser som inte behöver göras så ofta.

Resultatet i undersökningen kan användas av Setra för att motivera gentemot leverantörer hur flöden skall förändras. Att använda rekommenderad destinering och delningsdiameter på varje församling rakt av kan vara av mindre nytta. Av praktiska skäl finns det begränsningar i hur detaljerade instruktionerna gentemot leverantörerna kan vara. En annan viktig detalj som måste tas i beaktan är att denna undersökning är gjord på helårsbasis. Modellen förutsätter att alla volymer är tillgängliga samtidigt. I verkligheten kommer vissa församlingar att inte ha några levererbara volymer alls och i nästa period är det andra församlingar som faller bort. Förutsätter man däremot att skillnader i utfall sker jämnt över hela fångstområdet så påverkar det inte helhetsbilden.

7.1.3 Modellkritik

Modellen som konstruerats är relativt tungarbetad och möjligheterna att enkelt förändra förutsättningar och indata är begränsade. Då leveransavtal förändras i volym eller fördelning så behöver data i modellen göras om till viss del. Styrkan i modellen är fördelningsmallen som tagits fram med noggrannhet. Det faktum att modellen utesluter alla volymer från Sveaskog syd gör att resultatet måste värderas med detta faktum i åtanke. Fortfarande kan exempelvis

resultat för Nyby, som knappt tar volymer från Sveaskog, värderas tyngre medan resultat för Skinnskatteberg och Kastet behöver omvärderas.

7.1.4 Utvecklingsmöjligheter

Möjligheten att utveckla modellen är stora och det beror på att den är relativt enkel i sin uppbyggnad. Att koppa in Gis programmet Arcview för kartbilder samt att göra beräkningar i vba-makro hade gjort modellen mer användarvänlig. En annan intressant möjlighet är att ta fram relativa effektivitetstal i produktion för varje sågverk och diameterklass. Då hade transportkostnaden per kubik och klass kunna värderas mot en intäkt per kubik och klass på varje sågverk och sedan optimerat leveranserna utefter de totala produktionskostnaderna och intäkterna.

7.2 Resultatet

7.2.1 Destinering av virke och transportkostnader

När det gäller att jämföra resultat i optimeringarna och transportkostnader för 2009 finns det visst stöd i metod för uträkningar. Metoden för att räkna ut kostnaderna för 2009 års transporter och transportkostnader i optimeringsmodellen är helt identiska. Frågan om denna metod att beräkna transportkostnader är riktig stärks av Setra egen interna redovisning. Jämförelser med de bokförda transportkostnaderna och de uträknade kostnaderna för 2009 är lika. Endast 60 öre skiljer i snittkostnad per m³f på helårs basis vilket kan anses som fullt tillräckligt för att kunna göra jämförelser mot resultat i optimeringsmodellen och att kunna dra vissa slutsatser baserat på dessa jämförelser.

Faktum att Nyby tagit emot även klen timmer under 2009 kan i praktiken ha lett till sänkta kostnader för Kastet eftersom vissa klena volymer som legat längre ifrån Kastet än Nyby kunnat destinerats till Nyby istället. Detta kan även ha påverkat Nybys kostnader negativt då Nyby tvingats hämta större volymer längre ifrån.

Jämförelser mellan verkliga transporter för 2009 och optimerade transporter går däremot inte helt att göras rättvis. Tillgängliga volymer i optimeringsmodellen är drygt 200 000 m³f större än de verkliga volymerna varit under 2009. Däremot har volymerna till Skinnskatteberg inte ökats alls trots att de totalt tillgängliga volymerna ökats kraftigt. Kastets behov har ökats endast med 40 000 m³f jämfört med deras faktiska behov år 2009. Nybys behov har ökats med hela 150 000 m³f jämfört med deras faktiska behov under 2009. Detta är en orsak till att kostnaderna minskat så pass kraftigt i resultatet av optimeringarna. En annan orsak är att det i optimeringsmodellens förslag ej tillåts att köra virke till Skinnskatteberg från Nybys fångstområde. Denna strikthet i destinering av virke leder till kraftiga kostnadsbesparingar. Detta faktum stärktes även i känslighetsanalyserna där en omfördelning mot mer virke till Skinnskatteberg leder till ökade kostnader.

Enligt Rönqvist (2001), brukar optimeringar kunna sänka kostnaderna med 10-15%. Denna studie har visat på kostnadsbesparingar på ca 17 % vilket stämmer överens med potentialer i tidigare studier. Det är dock i praktiken ofta inte möjligt att nyttja hela potentialen fullt ut. En annan aspekt är att optimeringen är baserad på helårsbasis. Örtendahl (2001) kom fram till att om en längre tidsperiod används i en optimering så leder detta till större besparingspotential vilket kan förklara besparingspotentialen i denna studie på ca 17 %.

Jämförelser mellan verkliga transporter och optimala transporter visar att volymer från Mellanskog och Korsnäs Skog i möjligaste mån först och främst bör levereras till Kastet och Nyby eftersom dessa leverantörer har så stora virkes tillgångar i Nybys och Kastets optimala

fångstområden. Dessa sågverk skall ur transportkostnads hänseende prioriteras vid leveranser från Roslagen och södra Norrland av leverantörerna i denna studie.

En viktig aspekt är att detta resultat endast avser transportkostnader. För en effektiv sågverksindustri bör även andra faktorer som påverkar den totala produktionskostnaden beaktas. Detta kan medföra att virke faktiskt är lönsamt att transportera långa sträckor som kan tyckas felaktigt. Dåliga drivningsförhållanden och dåliga virkesfångster i vissa regioner kan även det bidra till att långa transportavstånd är nödvändiga.

Genomgående för optimeringsresultaten i denna studie är att transportkostnaden sänks då "fönstret" öppnas. Lika säkert är det att utbytet och effektivitet vid respektive sågverk påverkas då "fönstret" öppnas. Resultatet i denna studie visar således enbart den ena sidan av kostnadsbilden för varje enskilt sågverk, det vill säga transportkostnaden och inte produktionskostnaden. Därför skall alltid fall där kostnader minskas vägas mot en eventuell försämrad produktion och utbyte.

Genom att studera resultatet av baskörningar med scenario *öppet fönster* kan konstateras att Kastet erhöll en låg transportkostnad på 56,50 SEK/m³f och Nyby en kostnad på 52,5 SEK/m³f. Detta visar att Kastet tillsammans med Nyby ligger bra till i råvarugeografin. När standard fönstret sedan används stiger kostnaden kraftigt för Kastet men inte för Nyby. Detta återspeglar sig i fångstområdena som förändras för Kastet men ej för Nyby. Faktum är att Kastet, med en uppdelning mot klen timmer, får ett mycket större fångstområde. Kastet är således det sågverk som ökat mest i avseende på transportkostnader då ett fönster infördes och Nyby minst. Detta kan ses i Figur 29, *Transportkostnader alla scenario* där grafen för Kastet har den brantaste lutningen i alla scenarios. En annan orsak till att Kastet får höga transportkostnader då ett fönster används är att detta sågverk ensamt förbrukar klen timmer medan Skinnskatteberg och Nyby delar på fångstområdet för grövre virke.

Då *standardfönster* används i optimeringsmodellen går Kastet upp som det sågverk med högst transportkostnader, tätt följt av Skinnskatteberg. Det faktum att stora volymer från Sveaskog syd idag levereras in med tåg till Kastet, bidrar till att kostnaden för Kastet inte kan anses representativ som helhet. I optimeringsmodellen ingår endast 37 000 m³f från Sveaskog Nord som transporterats in till Kastet med tåg från Ljusdal.

Vid en utökning av fönster blir större sågbara volymer tillgängliga för Kastet. Detta leder till att totalkostnaden sjunker. Optimala delningsdiametrar och destinering förändras ej nämnvärt vid scenario +1cm och en ytterst lite förändring sker i scenario +2cm. Orsaken till att det inte sker större förändringar i destinering och delningsdiameter är att de områden som kan beskrivas som gränsfångstområden, är relativt tunga på volymer. Stora ändringar volymmässigt får små effekter kostnadmässigt, +2cm ger en besparing på ca 300 000SEK på årsbasis. Den stora vinsten av ett större fönster skall istället ses som möjligheten att enklare försörja Kastet med råvara.

Det faktum att den östra delen av råvaruområdet är "tung" för leverantörerna Mellanskog och Korsnäs Skog bidrar starkt till de siffror som studien resulterat i. Otvivelaktigt kan dock fastslås att transportkostnaderna för Nyby inte påverkas i någon särskild omfattning oavsett vilket scenario som körs i optimeringsmodellen.

7.2.3 Förändrade behov

Känslighetsanalyser som gjorts i studien är tänkta att ge indikationer på vad som händer när ett sågverk får ett förändrat behov av råvara. Ofta är det inte möjligt att öka den totala tillgången på råvara utan istället handlar det om att omprioritera mellan sågverk.

Med *standardfönster* visade sig Skinnskatteberg vara i särklass dyrast att öka. Kostnadsbilden för Skinnskatteberg accelererade desto större behovsökningen var. Vid Nyby och Kastet utvecklade sig transportkostnaderna identiskt, se Figur 34 i resultat, med enda skillnaden att Kastet var något dyrare hela tiden. Kostnaderna sjönk dock initialt då Nyby eller Kastet gavs ett större behov. Detta kan verka lite underligt men har en självklar förklaring. De volymer som relativt sett är dyrast för Kastet är de volymer som ligger närmast Skinnskatteberg. Det samma gäller för de dyraste volymerna för Nyby. Då Skinnskatteberg behöver större volymer släpper de två andra sågverken sina dyraste volymer till Skinnskatteberg. Nyby och Kastet blir då av med sina så kallade ”dyra volymer” och sänker sina kostnader medan Skinnskatteberg får ökade kostnader eftersom de tar över ”dyra volymer”. Eftersom de omfördelade volymerna tidigare var billigare att transportera till Nyby och Kastet än när de styrs om till Skinnskatteberg så ökar totalkostnaden. Omvänt kan förklaringen till att kostnaderna sjunker då en ökning sker vid Nyby eller vid Kastet förklaras med att de gränsvolymer som Skinnskatteberg släpper ligger relativt nära Nyby eller Kastet vilket varken påverkar respektive sågverks kostnad eller totalkostnaden negativt utan ibland även positivt. Exempelvis släpper Skinnskatteberg volymer från Heby eller Enköping då en ökning sker på Nyby vilket ger Nyby en lägre kostnad. Samtidigt är Heby och Enköping relativt dyra för Skinnskatteberg varför effekten blir positivt totalt sett för exempelvis en ökning upptill 30 000 m³f vid Kastet och 40 000 m³f vid Nyby.

Vid samma analys men med *fönster +2cm* ser utvecklingen för Skinnskatteberg lika ut i tidigare körningar medan effekterna vid Nyby och Kastet förändrats. En omfördelning mot större behov vid Nyby resulterar initialt i oförändrade kostnader för att vid en ökning på 25 000 m³f stiga. Intressant här är att en ökning vid Kastet sänker kostnaderna även då ökningen överstiger 50 000 m³f.

I denna känslighetsanalys kan konstateras att en omfördelning av leveranser skulle kunna bidra med en kostnadsbesparing på ca 250 000 SEK.

Mot bakgrund av Sveaskog Syds frånvaro kan sägas att leverantörerna skulle behöva öka sina volymer mot Kastet och Nyby med nuvarande *standardfönster* och enbart till Kastet med ett *fönster +2cm*.

Som tidigare nämnts så finns betydande volymer i de kritiska områden eller så kallade gränsområde. Gränsområdena eller kritiska områden är de som förändras då fönster storleken förändras. Det faktum att stora volymer finns i dessa områden medför att förändringar i ”fönster” eller i sågverkens behov inte får stora effekter på fångstområden eller gränsen för delningsdiameter. Det är endast möjligheten att uppfylla varje sågverks behov som förenklas med ett utvidgat fönster.

Ett alternativ kan vara att öppna fönstret i området närmast Kastet så att ännu större volymer körs till det sågverket och behålla *standardfönster* i övrigt.

Ofta är förutsättningarna inte alltid optimala för att undersöka påverkan av varje beslut som behöver fattas. En beskrivning av marginalkostnaden för ett beslut kan vara till hjälp, att flytta

exempelvis 10 000 m³f behovet från ett sågverk till ett annat. Marginalkostnaderna för att göra dessa ändringar i behov ser då ut att vara väldigt drastiska i absoluta tal jämfört med om man bara pratar om effekter på årsbasis (kostnaderna för alla transporterade volymer). Det faktum att ett beslut kan påverka marginal så pass mycket kan ses i Figur 31 och 32. Skillnaden i SEK/m³f räknat är enorm mellan de tre verken. Eftersom råvaran dessutom endast utnyttjas till ungefär hälften, kan man säga att marginaleffekterna av att omfördela och såga 10 000 m³f i *standardfönster* (ceteris paribus) vid Skinnskatteberg kan påverka kostnaden för sågadvara med det dubbla, ca 60 SEK/m³f. ($2 \cdot 29,47 = 60 \text{ SEK}$)

7.3 Andra liknande studier

Ett antal tidigare studier har genomfört med inriktning optimering av råvarulogistik och transportkostnader.

Setra Råvara har tidigare gjort en studie som mycket liknar denna undersökning. Studien gjordes i samarbete med Skogforsk 2006 och omfattningen var då alla sågverk i Mellansverige och omfattade både tall och gran. Resultatet i den studien visade att då ingen uppdelning gjordes i diameterklass för tallverken blev kostnaden för transport av timmer ca 8 SEK/m³f lägre än med en uppdelning. Denna siffra kan jämföras med besparingen på ca 5,70 SEK/m³f som var skillnaden mellan basscenario jämfört med *öppet fönster* i denna studie.

I samma Skogforsk studie minskade kostnaderna för transporter med ca tre procent då fönstret öppnades med +2cm vilket kan jämföras med knappt en procent i denna studie. Här bör dock tilläggas att i Skogforsk studien så tar Nyby och Färila alla diameterklasser vilket påverkat utfallet i den studien.

Sydved bioenergi har, i samarbete med Skogforsk och institutionen för linjär matematik vid Linköpings Universitet, använt linjär optimering för att effektivisera sin logistik för bioenergi leveranser (Skogforsk, 2001). Studien visar att stor potential finns att minska transportkostnader. I en annan studie där verktyget Flow-Opt användes av Rönnqvist och Frisk (2005) gjordes tre fallstudier för Sveaskog, StoraEnso - Sydved och Södra - Holmen Skog. Resultatet visade att en besparingspotential fanns och att denna typ av optimeringsverktyg var nyttiga verktyg för logistikarbetet inom skogindustrin.

7.4 Slutsatser och förslag

- Kostnaderna kan minskas om föreslagna gränserna för optimala fångstområden och delningsdiameter följs.
- Destinera timmer som är 19 cm och grövre från områden östra Heby, östra Enköping samt Södertälje och österut till Nyby sågverk. Västerut från dessa områden skall timmer som är 19 cm och grövre köras till Skinnskatteberg.
- Timmer som är klenare än 23 cm körs från norra Tierp, Älvkarleby, Sandviken, Gävle, Ockelbo, Ljusdal, Ovanåker, Bollnäs och Söderhamn till Kastet sågverk. I dessa områden kan timmer som är 19 cm och grövre köras till Nyby från Söderhamn, Gävle, Älvkarleby och Tierp medan övrigt timmer grövre än 19 cm körs till Skinnskatteberg.
- Kostnaderna kan minskas då fönstret öppnas med 1-2 cm mot dagens *standardfönster* men dessa effekter är inte speciellt stora, som mest ca 300 000 SEK eller knappt 1 procent årligen. Fördelarna ligger i att enklare kunna försörja Kastet då mer råvara blir tillgänglig.

- Besparingspotential finns i att öka leveranser till Kastet och Nyby. Ökning av behovet på Skinnskatteberg från dessa leverantörer bör undvikas för att inte öka transportkostnaderna.

Referenser

Litteratur

- Aronsson, H. Oskarsson, B., & Ekdahl, B. 2006. *Modern Logistik för ökad lönsamhet*. Malmö: Liber.
- Björnland, D. Persson, P., & Virum, H. 2003 *Logistik för konkurrenskraft - Ett ledaransvar* Malmö: Liber.
- Chopra, S & Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management- Strategy, Planning & Operation*. Chester: Pearson.
- Jonsson, P & Mattsson, S-A., 2005. *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*, Lund: Studentlitteratur.
- Lambert, D.N & Stock, J.R., 1993. *Strategic Logistic management*. New York: McGraw-Hill.
- Lumsden, K., 2006. *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur
- Christopher, M., 2005. *Logistics and Supply chain management*. Chester: Pearson

Rapporter

- Berg, M., 2004. Betänkande från Vägtrafikskatteutredningen, *Skatt på väg* (SOU 2004:63) Finansdepartementet, avd för punktskatter.
- Dahlin, B & Fjell, D., 2003 *Logistik i skogen*, Uppsala: Institutionen för skogens produkter, SLU.
- Enström, J., 2009. *Terminalhantering ger effektivare bränsletransport*. Resultat nr 13, Skogforsk.
- Svensson, G., 2008. *Premiär för miljösmart timmerbil*. Pressmeddelande Skogforsk 2008-12-09
- Frisk, M & Rönnqvist, M., 2005. *Analys av virkesflöden med FlowOpt – tre fallstudier* Resultat nr. 15. Skogforsk.
- Forsberg, M & von Essen, M. 2002. Effektivare transporter med smart teknik - *skogsbruket vill sänka kostnader och minska utsläpp*. Pressmeddelande Skogforsk. 2002-02-14
- Rönnqvist, M., Gunnarsson, H & Lundgren, J. 2001. *Optimering kan sänka produktionskostnaderna för skogsbränsle* Resultat nr 20. Skogforsk
- Örtendahl, A., 2001. *Analys av massavedsflöde med transportoptimeringsmodellen Netra*. Umeå: Sveriges Lantbruks Universitet.

Internet

- Niskanen, M. 2010. *Beslut att ta steget över Atlanten* – besökt 2010-05-17
www, metsaliitto, 2010
<http://www.metsaliitto.fi/se/default.asp?path=836;870;872;2274>
- Startsida - Highest production- Europe – besökt 2010-02-18
www, sawmilledatabase, 2010
<http://www.sawmilledatabase.com/sawmills.php?countryid=1&productionfrom=300000>
- SDC – Skogsindustrins data central – besökt 2010-03-15
www, sdc, 2010
<http://www.sdc.se/default.asp?id=1019&rub=Om%20SDC>
- Setragroup – Om företaget. Flera besök mellan 2010-01-18 och 2010-05-17.
www, setragroup, 2010
http://www.setragroup.se/sv-se/Om_Setra/
- Skogforsk- startsida-forskning-logistik-Flowopt.
www, skogforsk, 2010
<http://www.skogforsk.se/sv/forskning/Logistik/FlowOpt/>
- Skogsakarna- Om företaget - besökt 2010-05-18
www, skogsakarna, 2010
<http://www.skogsakarna.se/biobransle/informationstjanster.asp>
- Internet baserat uppslagsverk - OLAP – besökt 2010-03-03.
www, Wikipedia, 2010
http://en.wikipedia.org/wiki/OLAP_cube

Personlig kommunikation

Larsson, Pontus,. Återkommande samtal under våren 2010. Råvaru koordinator Setra
Örtendal, Anders,. 2010-03-11. avd Logistik, StoraEnso skog,
Granström, Per,. 2009-10-21. AB Karl Hedin

Konferensmaterial

Thonfors, S. 2008. Skogsindustrins Transporter – Transportslag och trender. (Skogsindustrierna) *Virkesforum*.
Stockholm, Sverige 10 september 2008.

Bilagor

Bilaga 1. Tabell och uträkningar för känslighetsanalyser

Kostnad vid basbehov, **62,00 SEK/m³f**

Scen standardfönster, Snitt kostnader

ökade behov (SEK/m³f)

	Nyby ökar	Kastet ökar	Skinnskatteberg ökar
5000	61,94	61,97	62,18
10 000	61,86	61,93	62,36
15 000	61,83	61,89	62,55
20 000	61,82	61,90	62,76
25 000	61,83	61,94	62,98
30 000	61,86	62,02	63,21
35 000	61,90	62,09	63,46
40 000	61,99	62,19	63,72
45 000	62,09	62,30	63,98
50 000	<u>62,20</u>	<u>62,43</u>	<u>64,26</u>

Tot. vol: 652 000 m³f

Nyby	Kastet	Skinnskatteberg
diff:	diff:	diff:
0,198SEK/m ³ f	0,433SEK/m ³ f	2,256SEK/m ³ f
* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f
= 128 917SEK	=282 149SEK	=1 470 946SEK

Kostnad vid basbehov, **61,70 SEK/m³f**

Scen fönster +1cm, Snitt kostnader, ökade

behov (SEK/m³f)

	Nyby ökar	Kastet ökar	Skinnskatteberg ökar
5000	61,67	61,61	61,91
10 000	61,65	61,55	62,12
15 000	61,64	61,50	62,35
20 000	61,66	61,46	62,57
25 000	61,68	61,44	62,81
30 000	61,72	61,45	63,06
35 000	61,80	61,46	63,31
40 000	61,90	61,52	63,57
45 000	62,02	61,60	63,84
50 000	<u>62,15</u>	<u>61,68</u>	<u>64,12</u>

Tot. vol: 652 000 m³f

Nyby	Kastet	Skinnskatteberg
diff:	diff:	diff:
0,453SEK/m ³ f	0,018SEK/m ³ f	2,417SEK/m ³ f
* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f
295 634SEK	-11 528SEK	1 576 069SEK

Kostnad vid basbehov, **61,50 SEK/m³f**

Scen fönster +2cm, Snitt kostnader ökade behov (SEK/m³f)

	Nyby ökar	Kastet ökar	Skinnskatteberg ökar			
5000	61,52	61,39	61,76	Tot. vol: 652 000 m ³ f		
10 000	61,51	61,27	61,98			
15 000	61,53	61,18	62,21	Nyby	Kastet	Skinnskatteberg
20 000	61,55	61,14	62,45	diff:	diff:	diff:
					-	
25 000	61,58	61,11	62,70	0,644SEK/m ³ f	0,370SEK/m ³ f	2,551SEK/m ³ f
30 000	61,65	61,09	62,95	* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f	* 652 000m ³ f
35 000	61,74	61,07	63,21	419 722SEK	-241 001SEK	1 663 087SEK
40 000	61,86	61,07	63,47			
45 000	62,00	61,08	63,74			
50 000	<u>62,14</u>	<u>61,13</u>	<u>64,05</u>			

Bilaga 2. Marginalkostnads Tabell

Marginaleffekt med *standardfönster* (SEK/m³f)

	ökning Kastet	ökning Skinnskatteberg	ökning Nyby
5000	-2,66	23,48	-7,75
10 000	-4,28	23,51	-8,73
15 000	-4,39	24,07	-7,31
20 000	-2,95	24,88	-5,56
25 000	-1,33	25,58	-4,27
30 000	0,44	26,42	-3,00
35 000	1,85	27,21	-1,73
40 000	3,16	28,07	-0,13
45 000	4,45	28,82	1,30
50 000	5,70	29,47	2,64

Marginaleffekt med fönster +2cm (SEK/m³f)

	ökning Kastet	ökning Skinnskatteberg	ökning Nyby
5000	-16,80	31,79	0,89
10 000	-16,31	30,40	-0,21
15 000	-14,45	30,19	0,66
20 000	-12,35	30,43	1,14
25 000	-10,72	30,88	1,62
30 000	-9,36	31,22	2,90
35 000	-8,31	31,47	4,11
40 000	-7,26	31,80	5,57
45 000	-6,28	32,22	6,94
50 000	-5,04	33,04	8,17

Publications from The Department of Forest Products, SLU, Uppsala

Rapporter/Reports

1. Ingemarson, F. 2007. De skogliga tjänstemännens syn på arbetet i Gudruns spår. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Lönnstedt, L. 2007. *Financial analysis of the U.S. based forest industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
4. Stendahl, M. 2007. *Product development in the Swedish and Finnish wood industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
5. Nylund, J-E. & Ingemarson, F. 2007. *Forest tenure in Sweden – a historical perspective*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
6. Lönnstedt, L. 2008. *Forest industrial product companies – A comparison between Japan, Sweden and the U.S.* Department of Forest Products, SLU, Uppsala
7. Axelsson, R. 2008. Forest policy, continuous tree cover forest and uneven-aged forest management in Sweden's boreal forest. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
8. Johansson, K-E.V. & Nylund, J-E. 2008. NGO Policy Change in Relation to Donor Discourse. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Uetimane Junior, E. 2008. Anatomical and Drying Features of Lesser Known Wood Species from Mozambique. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
10. Eriksson, L., Gullberg, T. & Woxblom, L. 2008. Skogsbruksmetoder för privatskogsbrukaren. *Forest treatment methods for the private forest owner*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
11. Eriksson, L. 2008. Åtgärdsbeslut i privatskogsbruket. *Treatment decisions in privately owned forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lönnstedt, L. 2009. *The Republic of South Africa's Forests Sector*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
13. Blicharska, M. 2009. *Planning processes for transport and ecological infrastructures in Poland – actors' attitudes and conflict*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Nylund, J-E. 2009. *Forestry legislation in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala

Examensarbeten/Master Thesis

1. Stangebye, J. 2007. Inventering och klassificering av kvarlämnad virkesvolym vid slutavverkning. *Inventory and classification of non-cut volumes at final cut operations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Rosenquist, B. 2007. Bidragsanalys av dimensioner och postningar – En studie vid Vida Alvesta. *Financial analysis of economic contribution from dimensions and sawing patterns – A study at Vida Alvesta*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
3. Ericsson, M. 2007. En lyckad affärsrelation? – Två fallstudier. *A successful business relation? – Two case studies*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Ståhl, G. 2007. Distribution och försäljning av kvalitetsfuru – En fallstudie. *Distribution and sales of high quality pine lumber – A case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
5. Ekholm, A. 2007. Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar. *Aspects on fixed harvest costs and the size and dividing up of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
6. Gustafsson, F. 2007. Postningsoptimering vid sönderdelning av fura vid Sätters Ångsåg. *Saw pattern optimising for sawing Scots pine at Sätters Ångsåg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
7. Götherström, M. 2007. Följdeffekter av olika användningssätt för vedråvara – en ekonomisk studie. *Consequences of different ways to utilize raw wood – an economic study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
8. Nashr, F. 2007. *Profiling the strategies of Swedish sawmilling firms*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Högsborn, G. 2007. Sveriges producenter och leverantörer av limträ – En studie om deras marknader och kundrelationer. *Swedish producers and suppliers of glulam – A study about their markets and customer relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

10. Andersson, H. 2007. *Establishment of pulp and paper production in Russia – Assessment of obstacles*. Etablering av pappers- och massaproduktion i Ryssland – bedömning av möjliga hinder. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
11. Persson, F. 2007. Exponering av trägolv och lister i butik och på mässor – En jämförande studie mellan sport- och bygghandeln. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lindström, E. 2008. En studie av utvecklingen av drivningsnettot i skogsbruket. *A study of the net conversion contribution in forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
13. Karlhager, J. 2008. *The Swedish market for wood briquettes – Production and market development*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Höglund, J. 2008. *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization*. Den Svenska bränslepelletsindustrin: Produktion, marknad och standardisering. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Trulsson, M. 2008. Värmebehandlat trä – att inhämta synpunkter i produktutvecklingens tidiga fas. *Heat-treated wood – to obtain opinions in the early phase of product development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nordlund, J. 2008. Beräkning av optimal batchstorlek på gavelspikningslinjer hos Vida Packaging i Hestra. *Calculation of optimal batch size on cable drum flanges lines at Vida Packaging in Hestra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
17. Norberg, D. & Gustafsson, E. 2008. *Organizational exposure to risk of unethical behaviour – In Eastern European timber purchasing organizations*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
18. Bäckman, J. 2008. Kundrelationer – mellan Setragroup AB och bygghandeln. *Customer Relationship – between Setragroup AB and the DIY-sector*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Richnau, G. 2008. *Landscape approach to implement sustainability policies? - value profiles of forest owner groups in the Helgeå river basin, South Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
20. Sokolov, S. 2008. *Financial analysis of the Russian forest product companies*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
21. Färlin, A. 2008. *Analysis of chip quality and value at Norske Skog Pisa Mill, Brazil*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
22. Johansson, N. 2008. *An analysis of the North American market for wood scanners*. En analys över den Nordamerikanska marknaden för träscanners. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Terzieva, E. 2008. *The Russian birch plywood industry – Production, market and future prospects*. Den ryska björkplywoodindustrin – Produktion, marknad och framtida utsikter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
24. Hellberg, L. 2008. Kvalitativ analys av Holmen Skogs internprissättningsmodell. *A qualitative analysis of Holmen Skogs transfer pricing method*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
25. Skoglund, M. 2008. Kundrelationer på Internet – en utveckling av Skandias webbplats. *Customer relationships through the Internet – developing Skandia's homepages*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
26. Hesselman, J. 2009. Bedömning av kunders uppfattningar och konsekvenser för strategisk utveckling. *Assessing customer perceptions and their implications for strategy development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
27. Fors, P-M. 2009. *The German, Swedish and UK wood based bio energy markets from an investment perspective, a comparative analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
28. Andrae, E. 2009. *Liquid diesel biofuel production in Sweden – A study of producers using forestry- or agricultural sector feedstock*. Produktion av förnyelsebar diesel – en studie av producenter av biobränsle från skogs- eller jordbrukssektorn. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
29. Barrstrand, T. 2009. Oberoende aktörer och Customer Perceptions of Value. *Independent actors and Customer Perception of Value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
30. Fälldin, E. 2009. Påverkan på produktivitet och produktionskostnader vid ett minskat antal timmerlängder. *The effect on productivity and production cost due to a reduction of the number of timber lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
31. Ekman, F. 2009. Stormskadornas ekonomiska konsekvenser – Hur ser försäkringsersättningsnivåerna ut inom familjeskogsbruket? *Storm damage's economic consequences – What are the levels of compensation for the family forestry?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
32. Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. *Customer relations, profitability and productivity from the forest contractors point of view*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

33. Lindgren, R. 2009. Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. *An analysis of GPS Timber at Rundvik sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
34. Rådberg, J. & Svensson, J. 2009. Svensk skogsindustris framtida konkurrensfördelar – ett medarbetarperspektiv. *The competitive advantage in future Swedish forest industry – a co-worker perspective*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
35. Franksson, E. 2009. Framtidens rekrytering sker i dag – en studie av ingenjörsstudenters uppfattningar om Södra. *The recruitment of the future occurs today – A study of engineering students' perceptions of Södra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
36. Jonsson, J. 2009. *Automation of pulp wood measuring – An economical analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
37. Hansson, P. 2009. *Investment in project preventing deforestation of the Brazilian Amazonas*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
38. Abramsson, A. 2009. Sydsvenska köpsågverksstrategier vid stormtimmerlagring. *Strategies of storm timber storage at sawmills in Southern Sweden*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
39. Fransson, M. 2009. Spridning av innovationer av träprodukter i byggvaruhandeln. *Diffusion of innovations – contrasting adopters views with non adopters*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
40. Hassan, Z. 2009. *A Comparison of Three Bioenergy Production Systems Using Lifecycle Assessment*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
41. Larsson, B. 2009. Kundens uppfattade värde av svenska sågverksföretags arbete med CSR. *Customer perceived value of Swedish sawmill firms work with CSR*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
42. Raditya, D. A. 2009. *Case studies of Corporate Social Responsibility (CSR) in forest products companies - and customer's perspectives*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
43. Cano, V. F. 2009. *Determination of Moisture Content in Pine Wood Chips*. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
44. Arvidsson, N. 2009. Argument för prissättning av skogsfastigheter. *Arguments for pricing of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
45. Stjernberg, P. 2009. Det hyggessfria skogsbruket vid Yttringe – vad tycker allmänheten? *Continuous cover forestry in Yttringe – what is the public opinion?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
46. Carlsson, R. 2009. *Fire impact in the wood quality and a fertilization experiment in Eucalyptus plantations in Guangxi, southern China*. Brandinverkan på vedkvaliteten och tillväxten i ett gödselexperiment i Guangxi, södra Kina. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
47. Jerenius, O. 2010. Kundanalys av tryckpappersförbrukare i Finland. *Customer analysis of paper printers in Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
48. Hansson, P. 2010. Orsaker till skillnaden mellan beräknad och inmätt volym grot. *Reasons for differences between calculated and scaled volumes of tops and branches*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
49. Eriksson, A. 2010. *Carbon Offset Management - Worth considering when investing for reforestation CDM*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
50. Fallgren, G. 2010. På vilka grunder valdes limträleverantören? – En studie om hur Setra bör utveckla sitt framtida erbjudande. *What was the reason for the choice of glulam deliverer? -A studie of proposed future offering of Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
51. Ryno, O. 2010. Investeringskalkyl för förbättrat värdeutbyte av furu vid Krylbo sågverk. *Investment Calculation to Enhance the Value of Pine at Krylbo Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
52. Nilsson, J. 2010. Marknadsundersökning av färdigkapade produkter. *Market investigation of pre cut lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
53. Mörner, H. 2010. Kundkrav på biobränsle. *Customer Demands for Bio-fuel*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
54. Sunesdotter, E. 2010. Affärsrelationers påverkan på Kinnarps tillgång på FSC-certifierad råvara. *Business Relations Influence on Kinnarps' Supply of FSC Certified Material*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
55. Bengtsson, W. 2010. Skogsfastighetsmarknaden, 2005-2009, i södra Sverige efter stormarna. *The market for private owned forest estates, 2005-2009, in the south of Sweden after the storms*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
56. Hansson, E. 2010. Metoder för att minska kapitalbindningen i Stora Enso Bioenergis terminallager. *Methods to reduce capital tied up in Stora Enso Bioenergy terminal stocks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
57. Johansson, A. 2010. Skogsallmänningars syn på deras bankrelationer. *The commons view on their bank relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

58. Holst, M. 2010. Potential för ökad specialanpassning av trävaror till byggföretag – nya möjligheter för träleverantörer? *Potential for greater customization of the timber to the construction company – new opportunities for wood suppliers?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
59. Ranudd, P. 2010. Optimering av råvaruflöden för Setra. *Optimizing Wood Supply for Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala